

EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE AND EXHAUST EMISSION CONTROL METHOD

Patent number: JP2003120263

Publication date: 2003-04-23

Inventor: ITO KAZUHIRO; HIROTA SHINYA; ASANUMA TAKAMITSU; TOSHIOKA TOSHISUKE; KIMURA KOICHI; SASAKI SHIZUO; IGARASHI KOHEI; MURATA HIROKI; KENJO AKIRA; NAGAREDA HIROYUKI; SUEMATSU TOSHIO

Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

Classification:

- international: F01N3/02; B60K6/02; B60L11/14; F01N3/08; F01N3/20; F01N3/24; F02D21/08; F02D29/02; F02D41/04; F02D43/00; F02D45/00; F02M25/07

- european:

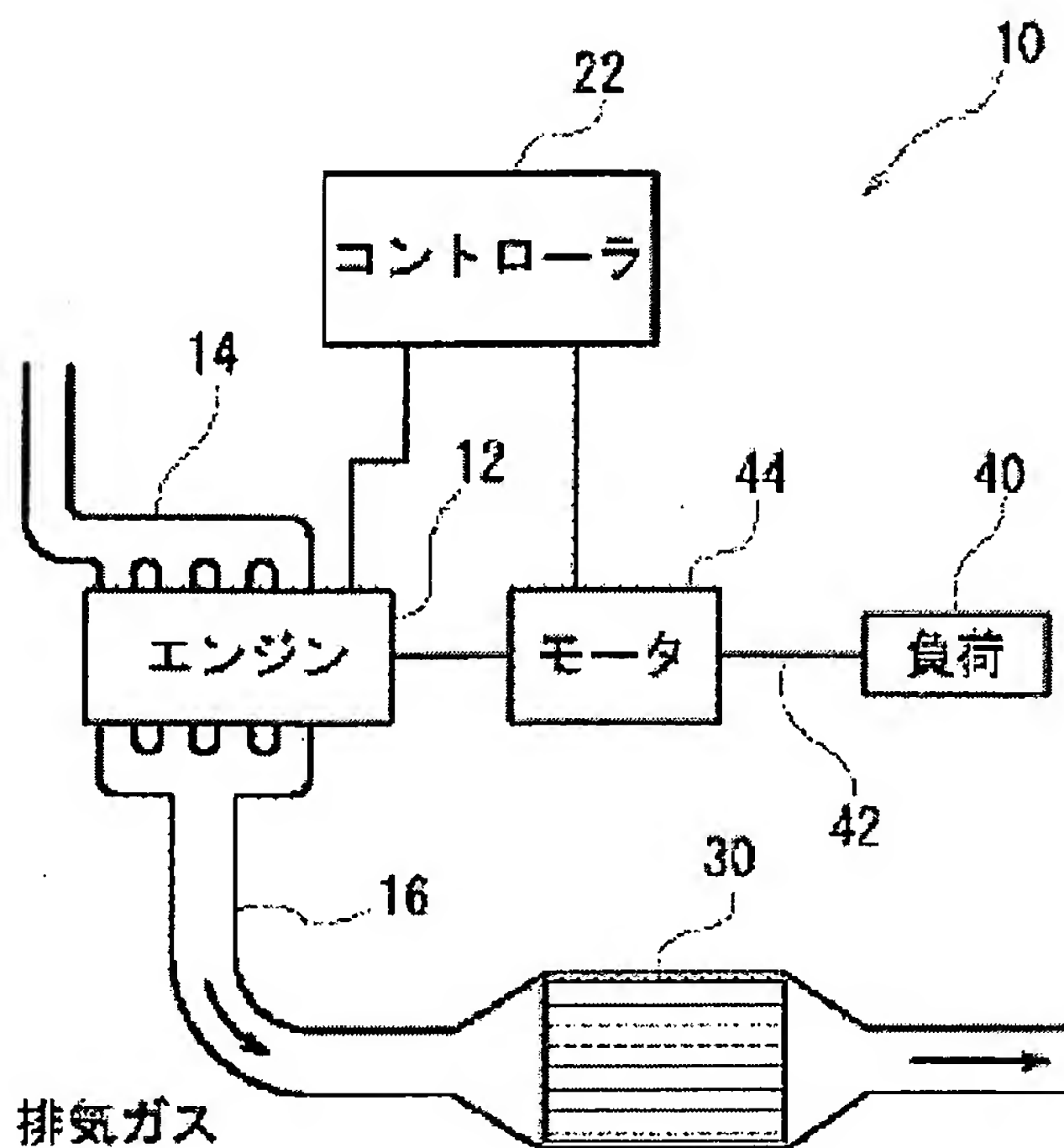
Application number: JP20010313052 20011010

Priority number(s): JP20010313052 20011010

Report a data error here

Abstract of JP2003120263

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably purify carbon-contained suspended particulates in exhaust gas. **SOLUTION:** A purifying catalyst is provided in an exhaust pipe of a diesel engine mounted on a hybrid vehicle in order to collect the carbon-contained suspended particulates in the exhaust gas and oxidize collected particles with the usage of a catalyst function. The carbon-contained suspended particulates are sometimes accumulated on the purifying catalyst depending on an operation condition of the engine. When the particulates are accumulated, concentration of oxygen in the exhaust gas flowing into the purifying catalyst is increased. Thus, oxidization of the particulates accumulated on the purifying catalyst can be accelerated. Thereby, particulates in a large amount are prevented from being accumulated on the purifying catalyst, and the catalyst function is prevented from being obstructed. Accordingly, the carbon-contained suspended particulates in the exhaust gas can be stably purified.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-120263

(P2003-120263A)

(43)公開日 平成15年4月23日(2003.4.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
F 0 1 N 3/02	3 2 1	F 0 1 N 3/02	3 2 1 H 3 G 0 6 2
			3 2 1 A 3 G 0 8 4
B 6 0 K 6/02		B 6 0 L 11/14	Z H V 3 G 0 9 0
B 6 0 L 11/14	Z H V	F 0 1 N 3/08	A 3 G 0 9 1
F 0 1 N 3/08		3/20	E 3 G 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 22 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-313052(P2001-313052)

(22)出願日 平成13年10月10日(2001.10.10)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 伊藤 和浩

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 110000028

特許業務法人明成国際特許事務所

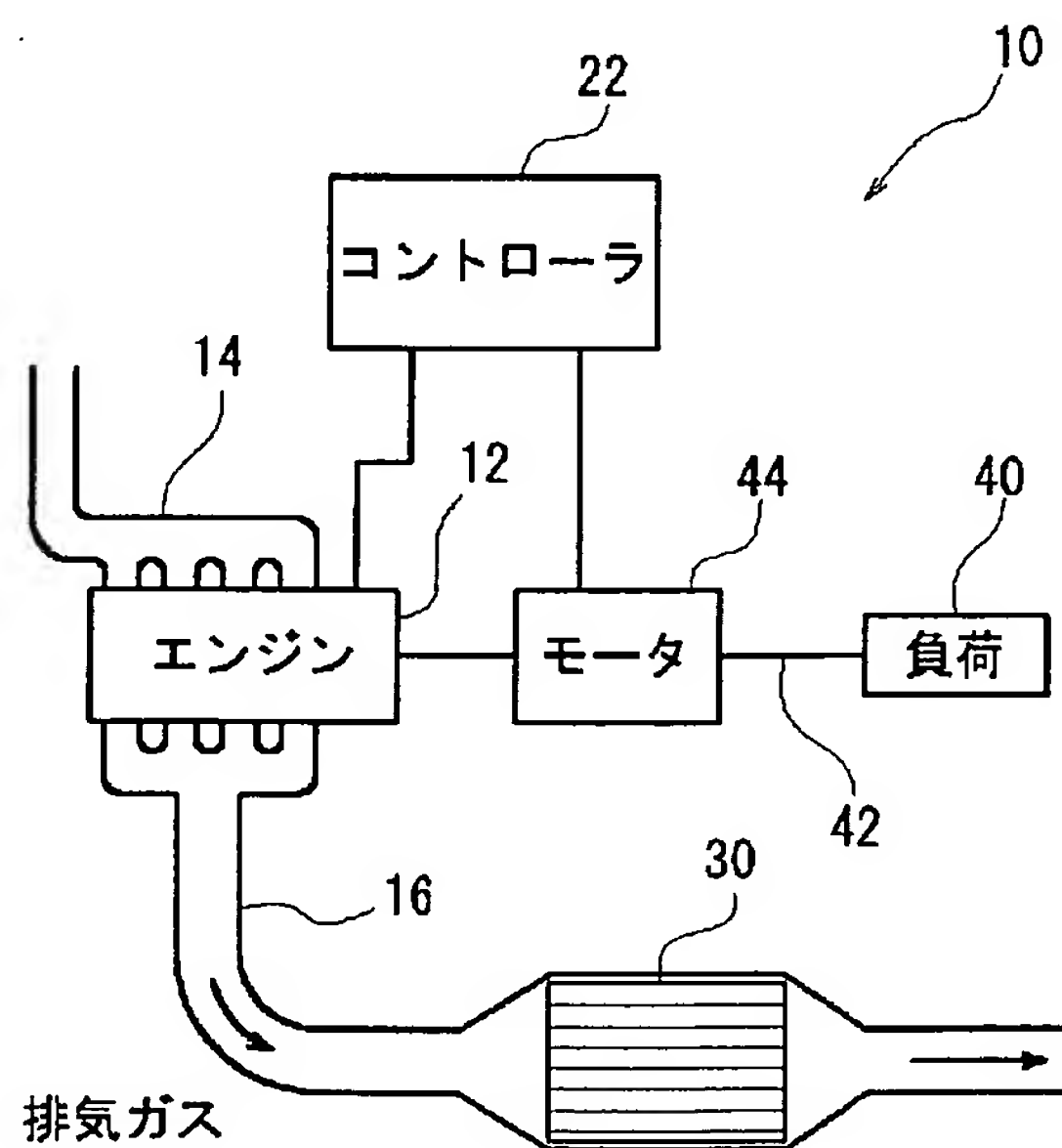
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排気ガス浄化装置、および排気ガスの浄化方法

(57)【要約】

【課題】 排気ガスに含まれる含炭素浮遊微粒子を安定して浄化する。

【解決手段】 ハイブリッド車両に搭載されたディーゼルエンジンの排気管内に浄化触媒を設けて、前記排気ガス中に含まれる含炭素浮遊微粒子を捕集するとともに、捕集した微粒子を触媒作用を用いて酸化させる。エンジンの運転条件によっては浄化触媒上に含炭素浮遊微粒子が堆積する場合があるが、微粒子が堆積した場合には、浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させる。こうすれば、浄化触媒上に堆積した微粒子の酸化を促進することができるので、浄化触媒上に多量の微粒子が堆積して触媒機能が阻害されることを未然に回避することができ、延いては、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を安定して浄化することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関と電動機とを備え、該内燃機関が出力する動力と該電動機が出力する動力とを 1 の出力軸から同時に出力可能なハイブリッド機関の排気ガス浄化装置であって、

前記排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を捕集して該捕集した微粒子を酸化させる浄化触媒と、

前記浄化触媒上に捕集された前記含炭素浮遊微粒子の堆積状況に基づいて該微粒子の酸化を促進させるか否かを判断する酸化促進要否判断手段と、

前記酸化を促進させる場合には、前記内燃機関の運転状態を変更することにより、前記浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させる内燃機関制御手段と、前記内燃機関の運転状態の変更に伴って、該内燃機関が前記出力軸に出力する動力の変動を打ち消すように前記電動機の運転状態を制御する電動機制御手段とを備える排気ガス浄化装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記内燃機関は、排気ガスの一部を排気通路から燃焼室に還流させる還流通路を備え、

前記内燃機関制御手段は、前記排気通路から前記燃焼室に還流させる排気ガス量を減少させて、前記酸素濃度を増加させる手段である排気ガス浄化装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記内燃機関制御手段は、

前記排気ガス中の酸素濃度を間欠的に増加させる手段である排気ガス浄化装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記内燃機関制御手段は、前記燃焼室内に噴射する燃料量を減量させて、前記排気ガス中の酸素濃度を増加させる手段である排気ガス浄化装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記内燃機関の出力変動を打ち消す制御が可能か否かを、前記電動機の最大定格に対する該電動機の運転条件に基づいて判断する制御可否判断手段を備え、前記内燃機関制御手段は、前記内燃機関の出力変動を打ち消す制御が可能であり、且つ前記浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させると判断された場合に、前記排気ガス中の酸素濃度を増加させる手段である排気ガス浄化装置。

【請求項 6】 請求項 1 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記浄化触媒は、排気ガスに過剰な酸素が含まれている場合には排気ガス中の窒素酸化物とともに該過剰酸素を蓄積しておき、該排気ガス中の過剰酸素が減少した場合には、該蓄積した窒素酸化物を分解しつつ該過剰酸素を

活性酸素として放出することにより、前記捕集した含炭素浮遊微粒子を酸化させる触媒である排気ガス浄化装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記浄化触媒は、白金族に属する貴金属に加えて、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類元素、遷移金属の少なくとも 1 つが担持された触媒である排気ガス浄化装置。

【請求項 8】 請求項 6 記載の排気ガス浄化装置であって、

前記内燃機関制御手段は、

前記排気ガス中の過剰酸素の濃度を減少させて前記活性酸素を放出させる活性酸素放出制御を行う活性酸素放出制御手段を備えるとともに、

前記活性酸素放出制御中ではなく、且つ、前記浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させると判断された場合に、前記排気ガス中の酸素濃度を増加させる手段である排気ガス浄化装置。

【請求項 9】 内燃機関と電動機とを備え、該内燃機関が出力する動力と該電動機が出力する動力とを 1 の出力軸から同時に出力可能なハイブリッド機関に適用されて、該内燃機関の排気ガスを浄化する浄化方法であって、

前記排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を浄化触媒によって捕集し、該捕集した微粒子を酸化させるとともに、前記浄化触媒上に捕集された前記含炭素浮遊微粒子の堆積状況に基づいて該微粒子の酸化を促進させるか否かを判断し、

前記酸化を促進させる場合には、前記内燃機関の運転状態を変更することにより、前記浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させ、

前記内燃機関の運転状態の変更に伴って、該内燃機関が前記出力軸に出力する動力の変動を打ち消すように前記電動機の運転状態を制御する排気ガスの浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、動力源として内燃機関と電動機とを備えるハイブリッド機関において、該内燃機関の排気ガスを浄化する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関と電動機とを組み合わせることにより、内燃機関の燃料消費効率を改善する、いわゆるハイブリッド機関が、種々の分野で使用されている。通常、内燃機関には燃料消費効率の高くなる最適な運転条件が存在しており、かかる最適条件以外の運転条件で運転すれば燃料消費効率が低下してしまうが、ハイブリッド機関では、電動機を活用して内燃機関をできるだけ最適条件で運転することにより、機関全体としての燃料消費効率を改善することができる。また、かかるハイブリ

ッド機関では、内燃機関として、ガソリンエンジンに代表される予混合燃焼方式の内燃機関やディーゼルエンジンに代表される拡散燃焼方式の内燃機関のいずれも適用することができるが、燃料消費効率の高い拡散燃焼方式の内燃機関を用いれば、更に効率を改善することができる。

【0003】一方、内燃機関の排気ガス中には、ススなどの含炭素浮遊微粒子が含まれており、これら微粒子は大気の汚染要因となるため、排出量をできるだけ低減することが要請されている。かかる要請は、ハイブリッド機関についても同様に存在する。

【0004】内燃機関の排気ガス中に含まれる含炭素浮遊微粒子の排出量を大幅に低減可能な技術としては、排気ガス中に含まれるススなどの含炭素浮遊微粒子を浄化触媒を用いて捕集する技術が提案されている（特公平7-106290号）。かかる技術においては、捕集した微粒子によって浄化触媒が目詰まりすることを避けるために、浄化触媒上に担持された貴金属触媒の作用により捕集した微粒子を酸化させる。こうすれば、捕集された含炭素浮遊微粒子を、二酸化炭素や水蒸気などの無害な物質に変換して排出することができるので、浄化触媒を目詰まりさせることなく、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を大幅に低減することが可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、内燃機関の運転条件によっては、捕集した含炭素浮遊微粒子を酸化させることが困難となり、次第に浄化触媒上に微粒子が堆積してしまう場合がある。例えば、排気ガス温度が低い条件で内燃機関を長時間運転する場合などには、浄化触媒の温度が次第に低下するので、捕集した含炭素微粒子を酸化することが困難になる場合がある。また、排気ガスに含まれている大気汚染物質である窒素酸化物の濃度を減少させる目的で排気ガスの一部を燃焼室内に還流させている場合には、排気ガスの還流量を増やすと含炭素浮遊微粒子の排出量が増加するので、浄化触媒が単位時間あたりに浄化しなければならない微粒子量が増大し、含炭素浮遊微粒子が堆積し易くなる傾向にある。

【0006】浄化触媒上に多量の含炭素浮遊微粒子が堆積して触媒表面を覆ってしまうと、触媒の機能が阻害されて、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を適切に浄化することが困難となり、次第に含炭素浮遊微粒子が堆積して浄化触媒が目詰まりしてしまうことが起こり得る。従って、何らかの方法により、触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進して、目詰まりを回避可能な技術の開発が望まれる。かかる技術は、ハイブリッド機関の出力状態にできるだけ影響を与えることなく、しかもできるだけ簡便な方法であることが望ましい。

【0007】本発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、ハイブリッド機関の出力の変動を伴うことなく、浄化触媒上の含炭素浮遊

微粒子の酸化を促進することにより、浄化触媒に含炭素浮遊微粒子が堆積することを簡便に回避可能な技術の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の排気ガス浄化装置は次の構成を採用した。すなわち、内燃機関と電動機とを備え、該内燃機関が出力する動力と該電動機が出力する動力とを1の出力軸から同時に出力可能なハイブリッド機関の排気ガス浄化装置であって、前記排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を捕集して該捕集した微粒子を酸化させる浄化触媒と、前記浄化触媒上に捕集された前記含炭素浮遊微粒子の堆積状況に基づいて該微粒子の酸化を促進させるか否かを判断する酸化促進要否判断手段と、前記酸化を促進させる場合には、前記内燃機関の運転状態を変更することにより、前記浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させる内燃機関制御手段と、前記内燃機関の運転状態の変更に伴って、該内燃機関が前記出力軸に出力する動力の変動を打ち消すように前記電動機の運転状態を制御する電動機制御手段とを備えることを要旨とする。

【0009】また、上記の排気ガス浄化装置に対応する本発明の排気ガス浄化方法は、内燃機関と電動機とを備え、該内燃機関が出力する動力と該電動機が出力する動力とを1の出力軸から同時に出力可能なハイブリッド機関に適用されて、該内燃機関の排気ガスを浄化する浄化方法であって、前記排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を浄化触媒によって捕集し、該捕集した微粒子を酸化させるとともに、前記浄化触媒上に捕集された前記含炭素浮遊微粒子の堆積状況に基づいて該微粒子の酸化を促進させるか否かを判断し、前記酸化を促進させる場合には、前記内燃機関の運転状態を変更することにより、前記浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させ、前記内燃機関の運転状態の変更に伴って、該内燃機関が前記出力軸に出力する動力の変動を打ち消すように前記電動機の運転状態を制御することを要旨とする。

【0010】かかる本発明の排気ガス浄化装置および排気ガス浄化方法においては、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を浄化触媒によって捕集するとともに、該捕集した微粒子を酸化させることによって排気ガスを浄化する。ここで、浄化触媒上に堆積した微粒子の堆積状況に基づいて、堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させるか否かを判断し、酸化を促進させる場合には、内燃機関の運転状態を変更することによって該浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させるとともに、かかる変更に伴って内燃機関がハイブリッド機関の出力軸に出力する動力の変動を打ち消すように、電動機の運転状態を制御する。

【0011】一般に、浄化触媒上で含炭素浮遊微粒子が酸化する反応は、排気ガス中の酸素濃度が増加するほど

活発になる。従って、内燃機関の運転状態を変更することによって排気ガス中の酸素濃度を増加させてやれば、何らかの理由で浄化触媒上に含炭素浮遊微粒子が堆積した場合でも、微粒子の酸化を簡便に促進させることができる。一方、こうして内燃機関の運転状態を変更すると、それに伴って内燃機関からハイブリッド機関の出力軸へと伝達される動力が変動し得る。そこで、この動力の変動を打ち消すように電動機の運転状態を制御してやる。例えば、内燃機関の出力する動力が減少する場合は電動機が出力する動力を増加させ、逆に内燃機関の出力する動力が増加した場合は電動機を発電機として働くように制御することで、動力の増加分を吸収してやる。こうして電動機の運転状態を適切に制御してやることで、内燃機関の動力の変動を打ち消してやれば、ハイブリッド機関の出力軸からは常に安定した動力を出力することができる。

【0012】ハイブリッド機関の内燃機関において、還流通路を経由して排気ガスの一部を燃焼室内に還流させている場合には、還流させる排気ガス量を減少させることによって、前記浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させることとしても良い。

【0013】燃焼室内に噴射した燃料を酸素過剰な雰囲気中で燃焼させることで動力を発生する方式の内燃機関では、通常、燃焼室に還流させる排気ガス量を減少させると、その分だけ吸入する空気量が増加するので、燃焼室に供給される酸素量が増加することになり、その結果、排気ガス中の酸素濃度を増加させることができる。こうした方法によれば、機関の構造を複雑なものとすることなく、浄化触媒上に堆積した微粒子の酸化を促進させることができる。

【0014】あるいは、かかる排気ガス浄化装置においては、前記排気ガスの酸素濃度を間欠的に増加させることで、浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させることとしてもよい。

【0015】酸素濃度を増加させて酸化を促進させると反応熱によって触媒温度が上昇し、より一層酸化が促進されて触媒温度を上昇させるので、触媒温度が過度に上昇してしまうことが起こり得る。これに対して、酸素濃度を間欠的に増加させれば、酸素濃度が低い期間は酸化反応が過度に活発となることはなく、延いては浄化触媒の温度が過度に上昇するおそれがあるので好ましい。

【0016】また、かかる排気ガス浄化装置においては、浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させるために、内燃機関の燃焼室内に噴射する燃料量を減量させることとしても良い。

【0017】燃焼室内に噴射する燃料を減量すれば燃焼に使用される酸素量が減少するので、排気ガス中の酸素濃度が増加して、浄化触媒上に堆積した微粒子の酸化を促進させることができる。もちろん、噴射する燃料を減

量すれば、それに伴って内燃機関の出力する動力は低下するが、かかる動力の低下は電動機を適切に制御することで補うことが可能である。

【0018】かかる排気ガス浄化装置においては、内燃機関の出力変動を打ち消す制御が可能か否かを判断して、打ち消す制御が可能である場合に、排気ガス中の酸素濃度を増加させることとしても良い。内燃機関の出力変動を打ち消す制御が可能か否かは、電動機の最大定格に対する該電動機の運転条件に基づいて判断することができる。例えば、電動機の運転条件が最大定格に対して所定量の余裕があるとき、あるいは電動機の運転条件が所定量の余裕を見込んで設定した運転範囲内にあるときには、内燃機関の出力変動を打ち消す制御が可能と判断することができる。

【0019】こうして、出力変動を打ち消すことが可能な場合にだけ、浄化触媒に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させて、堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させてやる。こうすれば、微粒子の酸化を促進させることに伴う内燃機関の出力変動を、電動機を制御することによって確実に補うことができるので、常に安定した動力を出力することが可能となって好適である。

【0020】上述した排気ガス浄化装置においては、浄化触媒として次のような触媒を用いることができる。すなわち、排気ガス中に過剰な酸素が含まれている場合には排気ガス中の窒素酸化物とともに該過剰酸素を蓄積しておき、該排気ガス中の過剰酸素が減少した場合には、該蓄積した窒素酸化物を分解しながら過剰酸素を活性酸素として放出し、前記捕集した含炭素浮遊微粒子を該活性酸素を用いて酸化させる浄化触媒を用いても良い。活性酸素は反応性に富んでいることから、このような浄化触媒を用いれば、浄化触媒上に捕集した含炭素浮遊微粒子を容易に酸化させることが可能となるので好ましい。

【0021】こうした浄化触媒としては、白金族に属する貴金属に加えて、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類元素、遷移金属の少なくとも1つが担持された触媒を用いることができる。かかる浄化触媒は、排気ガス中の窒素酸化物を浄化するとともに、活性酸素を放出して、触媒上に捕集された含炭素浮遊微粒子を酸化させることができる。従って、こうした浄化触媒を用いれば、排気ガス中に含まれる含炭素浮遊微粒子と窒素酸化物とを同時に浄化することが可能となるので好ましい。

【0022】上述したように、排気ガス中の過剰酸素を取り込んで活性酸素として放出する浄化触媒を備えた排気ガス浄化装置においては、排気ガス中の過剰酸素の濃度を減少させて前記活性酸素を放出させる活性酸素放出制御を行うことで、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を効果的に浄化するとともに、浄化触媒上に堆積した微粒子の酸化を促進させると判断した場合には、該活性酸素放出制御の実行中を避けて、排気ガス中の酸素濃度を増加させることとしても良い。

【0023】活性酸素放出制御は排気ガス中の酸素濃度を低下させる制御であることから、かかる制御中に、酸素濃度を増加させて堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させようとしても、効果的に促進させることができない。換言すれば、排気ガス中の酸素濃度を増加させる制御を、活性酸素放出制御中を避けて行うことで、浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を効果的に促進させることが可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の作用・効果をより明確に説明するために、次のような順序に従って、本発明の実施例を説明する。

A. 実施の概要：

B. 装置構成；

B-1. ハイブリッド車両の構成；

B-2. ハイブリッド車両の動作の概要；

B-3. 浄化触媒の概要；

C. 第1実施例；

C-1. 第1実施例の運転条件修正処理；

D. 第2実施例；

D-1. 装置構成；

D-2. 第2実施例の運転条件修正処理；

【0025】A. 実施の概要：各種実施例についての詳細な説明に先立って、図1を参照しながら、本発明の実施の概要について簡単に説明する。図1は、本発明の排気ガス浄化装置10を適用した排気ガス浄化システムの一例を、概念的に示した説明図である。図示するように、本発明の排気ガス浄化装置10は、エンジン12と、モータ44と、エンジン12およびモータ44の運転状態を制御するコントローラ22と、エンジン12から排出される排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を浄化する浄化触媒30などから構成されている。エンジン12から出力された動力は、モータ44および出力軸42を介して負荷40に伝達される。エンジン12には、空気を取り入れるための吸気管14と、排気ガスを排出するための排気管16とが設けられており、浄化触媒30は排気管16に設けられている。

【0026】エンジン12から排出される排気ガスには、ススなどの含炭素浮遊微粒子が含まれているが、これら含炭素浮遊微粒子は浄化触媒30を通過する際に捕集され、大気中には含炭素浮遊微粒子の除去された排気ガスが排出される。浄化触媒30は酸化作用を有しており、捕集した含炭素浮遊微粒子を触媒上で酸化して二酸化炭素や水蒸気などの無害な物質に変換することができる。こうして、浄化触媒30を用いて排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を捕集し、捕集した微粒子を触媒上で酸化させれば、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を浄化することができる。

【0027】もっとも、エンジン12は種々の条件で運転されることから、排気ガス温度が低い運転条件で連続

して長時間運転されるなど、運転条件によっては捕集した微粒子の酸化が困難となり、浄化触媒30上に含炭素浮遊微粒子が堆積してしまうことが起こり得る。微粒子が多量に堆積して触媒表面を覆ってしまうと、触媒の有する酸化作用が阻害され、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を適切に浄化できなくなるおそれがある。

【0028】本発明の排気ガス浄化装置10は、浄化触媒30に含炭素浮遊微粒子が堆積していることを検出すると、エンジン12の運転状態を変更して、浄化触媒30に流入する排気ガスの酸素濃度を増加させる。微粒子の堆積量は種々の手法により検出することができるが、例えば、堆積量が増えるに従って浄化触媒30の通気抵抗が増加する現象に基づく手法を好適に適用することができる。浄化触媒30の有する酸化作用は酸素濃度が高くなるほど強くなるので、排気ガスの酸素濃度を増加させれば、触媒上に堆積している含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させることができる。こうして微粒子の酸化を促進すれば、捕集した微粒子で触媒表面が覆われてしまうことを未然に回避することができ、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を常に安定して適切に浄化することが可能となる。また、エンジン12の運転状態を変更すれば、それに伴って出力する動力が変動するが、モータ44の運転状態を適切に制御して、エンジン12の運転状態が変更されたことによる出力の変更を打ち消してやれば、ハイブリッド機関は常に安定した動力で負荷40を駆動することが可能となる。以下では、こうした排気ガス浄化装置について、実施例に基づき詳細に説明する。

【0029】B. 装置構成：

B-1. ハイブリッド車両の構成：図2は、本実施例の排気ガス浄化装置を有するハイブリッド車両100の概略構成を示す説明図である。図示するように、このハイブリッド車両100は、エンジン110と、モータ・ジェネレータ120（MG1）と、モータ・ジェネレータ130（MG2）とを有し、エンジン110と2つのモータ・ジェネレータとはプラネタリギア140で互いに結合されている。詳細には後述するが、エンジン110およびモータ・ジェネレータ130は、主に車両を駆動するための駆動力を出力し、モータ・ジェネレータ120は主にエンジン110によって駆動されて主として発電機として機能する。プラネタリギア140は、モータ・ジェネレータ130からの出力を、チェーンベルト174と車軸170とを介して駆動輪172に伝達する役割や、エンジン110からの出力を、モータ・ジェネレータ120と駆動輪172とに振り分ける動力分割機構としての役割、更には、モータ・ジェネレータ130やエンジン110の回転速度を減速あるいは増速して駆動輪172に伝達する変速機としての役割を有している。プラネタリギア140の機能については後述する。

【0030】エンジン110は、周知のディーゼルエンジンである。エアクリーナ169を介して吸気通路19

0から燃焼室内に空気を吸い込んで、燃焼室内で空気を圧縮した後、圧縮されて高温になった空気中に、燃料噴射弁192から燃料を噴射する。すると、燃料が燃焼室内で爆発的に燃焼して、このときの燃焼圧力をクランクシャフト114から動力として取り出すことができる。燃焼によって生じた燃焼ガスは、排気ガスとして排気通路180から排出される。排気ガス中にはススなどの含炭素浮遊微粒子が含まれているが、これら微粒子は、排気通路180に設けられた浄化触媒200の作用によって浄化され、排気通路180からは、最終的には含炭素浮遊微粒子の含有量が低減されたきれいな排気ガスが排出される。また、浄化触媒200の上流側および下流側には、それぞれ圧力センサ182、184が設けられており、排気通路内での排気ガスの圧力を検出することが可能となっている。

【0031】排気通路180と吸気通路190とは、EGR通路186を介して接続されており、EGR通路186を介して排気ガスの一部を燃焼室内に還流させることが可能となっている。こうして排気ガスの一部を燃焼室内に還流させれば、排気ガス中に含まれる窒素酸化物の濃度減や、エンジン110の燃料消費効率の改善といった利点が得られる。このように、排気ガスの一部を燃焼室内に還流させる技術は、EGR (Exhaust Gas Recirculation) と呼ばれる。EGR通路186にはEGR弁188と呼ばれる開閉弁が設けられていて、EGR弁188の開度を調整することで、燃焼室内に還流させる排気ガス (EGRガス) の流量を制御することが可能となっている。

【0032】エンジン110には、エンジン制御用の電子制御ユニット (以下、エンジンECU) 112が搭載されている。エンジンECU112は、CPUや、RAM、ROM、A/D変換器、D/A変換器、タイマなどがバスを介して相互にデータをやり取り可能に接続された周知のマイクロコンピュータである。エンジンECU112は、燃料噴射弁192の開弁時期や、燃料噴射弁192に燃料を圧送する燃料ポンプ194や、EGR弁188の開度などを制御することによって、エンジン110の運転状態を制御する機能を司っている。クランクシャフト114の先端には、クランクポジションセンサ118が設けられており、エンジンECU112はクランクポジションセンサ118の出力から、ピストン位置やエンジンの回転速度といった制御に必要な情報を検出することができる。

【0033】プラネタリギア140は、中心部に設けられたサンギア142と、サンギア142の外側に同心円状に設けられたリングギア148と、サンギア142とリングギア148との間に配置されてサンギア142の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギア144と、エンジンのクランクシャフト114の端部に結合されて各プラネタリピニオンギア144の回転

軸を軸支するプラネタリキャリア146とから構成されている。サンギア142は、サンギア軸141を介してモータ・ジェネレータ120のロータ123に結合され、リングギア148は、リングギア軸147を介してモータ・ジェネレータ130のロータ133に結合されている。プラネタリキャリア146は、エンジンのクランクシャフト114に結合されている。

【0034】このような構成のプラネタリギア140は、サンギア軸141、リングギア軸147、クランクシャフト114の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸の中のいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力が決定される。リングギア148にはチェーンベルト174が接続されており、動力はチェーンベルト174および車軸170を介して駆動輪172に伝達されて、ハイブリッド車両100を駆動する。

【0035】モータ・ジェネレータ120は、交流同期電動機であり、外周面に複数の永久磁石122を有するロータ123と、回転磁界を形成する三相コイル124が巻回されたステータ125などから構成されている。ステータ125はケース138に固定されており、ロータ123は、前述したように、プラネタリギア140のサンギア軸141に結合されている。また、サンギア軸141には、ロータ123の回転角度を検出するレゾルバ126が設けられている。モータ・ジェネレータ120は、インバータ152を介してモータECU156に接続されている。モータECU156はインバータ152を制御することによって、バッテリー150から三相コイル124に適切な周波数で適切な電流値の交流電流を供給し、これによってモータ・ジェネレータ120の動作を制御している。

【0036】モータ・ジェネレータ130も、モータ・ジェネレータ120と同様の交流同期電動機であり、外周面に複数の永久磁石132を有するロータ133と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ135などから構成されている。モータ・ジェネレータ130のロータ133はプラネタリギア140のリングギア軸147に結合され、ステータ135はケース138に固定されている。また、リングギア軸147にはロータ133の回転角度を検出するレゾルバ136が設けられている。モータ・ジェネレータ130は、インバータ154を介してモータECU156に接続されている。モータECU156はインバータ154を制御することによって、バッテリー150から三相コイル134に適切な周波数で適切な電流値の交流電流を供給し、これによってモータ・ジェネレータ130の動作を制御している。

【0037】ハイブリッド車両100には、車両全体の制御を司るハイブリッドECU160と、モータ・ジェネレータ120、130の制御を司るモータECU15

6とが搭載されている。これらECUは、前述したエンジンECU112と同様の構成を有するマイクロコンピュータである。ハイブリッドECU160は、アクセルポジションセンサ162や、ブレーキスイッチ164、あるいはバッテリー150などの種々の情報を検出して車両全体としての運転条件を決定し、これに基づいてエンジンECU112およびモータECU156が、それぞれエンジン110およびモータ・ジェネレータ120、130の動作を制御している。

【0038】B-2. ハイブリッド車両の動作の概要：以上のような構成を有するハイブリッド車両100の動作原理、特にプラネタリギア140の機能について説明する。プラネタリギア140は、サンギア軸141、リングギア軸147、クランクシャフト114の3軸の中のいずれか2軸へ入出力される動力（すなわち、回転速度およびトルク）が決定されると、残余の1軸に入出力される動力（回転速度およびトルク）が決定される構造となっている。これら3軸間に入出力される回転速度およびトルクの関係は、共線図を用いて容易に求めることができる。

【0039】図3は、プラネタリギア140の3軸に接続された各ギアの回転速度および回転方向の関係を示す共線図である。ここで、縦軸は各ギア（サンギア142、リングギア148、プラネタリキャリア146）の回転数、すなわち、エンジン110、モータ・ジェネレータ130、モータ・ジェネレータ120の回転速度を

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \cdot (1 + \rho) / \rho \quad \cdots (1)$$

【0041】次に、プラネタリギア140の3軸間に入出力されるトルクの関係について説明する。共線図上でトルクを求めるには、動作共線をあたかも剛体のように扱って、トルクを剛体に作用するベクトルのように扱う。例えば、エンジン110がトルク T_e を発生し、駆動輪172からトルク T_r を出力する場合を考える。駆動輪172から出力するトルクは、動作共線上では駆動軸R上にかかる反力トルク T_r として表れる。

【0042】今、座標軸Cの位置で動作共線に下からトルク T_e を作用させると、このトルク T_e を、図3に示すように、座標軸S上のトルク T_{es} と、座標軸R上のトルク T_{er} とに分離して扱うことができる。このときのトルク T_{es} およびトルク T_{er} の大きさは、次式(2)および(3)によって表される。

$$T_{es} = T_e \cdot \rho / (1 + \rho) \quad \cdots (2)$$

$$T_{er} = T_e / (1 + \rho) \quad \cdots (3)$$

【0043】駆動輪172からトルク T_r を安定して出力するためには、プラネタリギア140の3軸に加わるトルクが釣り合う状態、すなわち、動作共線に作用するベクトルが釣り合うようにすればよい。すなわち、座標軸S上にトルク T_{es} と大きさが同じで向きが反対のトルク T_{m1} をモータ・ジェネレータ130を用いて作用させ、座標軸R上には、リングギア148が駆動輪172

表している。一方、横軸は各ギアのギア比を表したものであり、リングギア148の歯数に対するサンギア142の歯数を ρ とすると、プラネタリキャリア146に対応する縦軸は、サンギア142とリングギア148との間を $1 : \rho$ に内分する座標位置にくる。

【0040】今、プラネタリキャリア146すなわちエンジン110の回転速度を N_e とし、リングギア148すなわちモータ・ジェネレータ130の回転速度を N_r とする。共線図上で、プラネタリキャリアを表す座標軸Cに回転速度 N_e をプロットし、リングギアを表す座標軸Rに回転速度 N_r をプロットして、両プロット点を直線で結ぶ。このような直線を考えると、サンギア142すなわちモータ・ジェネレータ120の回転速度 N_s は、得られた直線とサンギアを表す座標軸Sとの交点の座標として求めることができる。このような直線は動作共線と呼ばれる。このように、プラネタリキャリア146、リングギア148、サンギア142の中のいずれか2つの回転速度が決定されれば、共線図上に2つの座標点をプロットして、両プロット点を結ぶ動作共線を考えることにより、他の1つの回転速度を求めることができる。ここで、エンジン110の回転速度 N_e 、モータ・ジェネレータ130の回転速度 N_r 、モータ・ジェネレータ120の回転速度 N_s とすると、これらの回転速度は、下式のような関係を有しており、2つの回転速度を決めると残余の1つの回転速度を算出することができる。

から受けるトルク T_r およびトルク T_{er} の合力と大きさが同じで向きが反対のトルク T_{m2} をモータ・ジェネレータ120を用いて作用させる。こうすれば、座標軸S上では T_{es} と T_{m1} とが、座標軸R上では T_r と T_{er} と T_{m2} とがそれぞれ釣り合うので、動作共線全体として釣り合わせることができる。結局、エンジン110が回転速度 N_e でトルク T_e を発生している場合、モータ・ジェネレータ120を回転速度 N_s で回転させれば、モータ・ジェネレータ130は上式(1)で与えられる回転速度 N_r で回転する。この状態を安定に保つためには、モータ・ジェネレータ120でトルク T_{m1} を発生させ、モータ・ジェネレータ130でトルク T_{m2} を発生させればよい。トルク T_{m1} の大きさは、上式(2)で与えられ、トルク T_{m2} の大きさは、次式(4)で与えられる。

$$T_{m2} = T_r - T_{er} \quad \cdots (4)$$

【0044】ここで、図3の共線図の座標軸Sに示されているように、モータ・ジェネレータ120の回転方向とトルク T_{m1} の向きとは逆方向であるから、モータ・ジェネレータ120は発電機として動作している。また、座標軸Rに示されているように、モータ・ジェネレータ130の回転方向とトルク T_{m2} の向きとは同じ向きであるから、モータ・ジェネレータ130は電動機として動作している。すなわち、モータ・ジェネレータ120で

発電しつつ、モータ・ジェネレータ 130 で電力を消費している状態となっている。

【0045】エンジン 110 で発生する動力 $P_e (=T_e \times N_e)$ を、リングギア 148 で出力すべき動力 $P_r (=T_r \times N_r)$ と等しくしておけば、モータ・ジェネレータ 120 で発電した電力 $P_{m1} (=T_{es} \times N_s)$ と、モータ・ジェネレータ 130 で消費する電力 $P_{m2} (=T_{m2} \times N_r)$ とが等しくなっていることを、簡単な式変形によって確かめることができる。このように、モータ・ジェネレータ 120 とプラネタリギア 140 とモータ・ジェネレータ 130 とは、エンジン 110 の出力する動力 $P_e (=T_e \times N_e)$ を、トルク T_r および回転速度 N_r は異なるが、同じ値の動力 T_r に変換して出力する機能を有している。出力するトルクおよび回転速度の値は、2つのモータ・ジェネレータの動作状態によって変更することができる。これを換言すれば、トルク T_r および回転速度 N_r の動力 P_r を車軸 170 に出力しなければならない場合、動力 P_r と同じ動力を出力しさえすれば、エンジンの運転条件を任意に選択可能なことを意味している。エンジンのエネルギー効率は、エンジン回転速度および発生トルクの組合せによって大きく異なり最適な運転条件が存在するから、要求された動力を出力する運転条件の中から最も効率の良い運転条件でエンジンを運転すれば、エンジンのエネルギー効率を大きく向上させることができ、延いては車両全体としてのエネルギー効率を大きく向上させることが可能となる。

【0046】また、エンジンは一般に、回転速度があまりに小さくなったり、あるいは発生トルクが小さくなると、動力の出力値があまりに小さな値となるとエネルギー効率が低下する傾向にある。従って、車軸に出力すべき動力値があまりに小さな値の場合には、エンジン 110 の運転を停止し、バッテリー 150 に蓄えた電力でモータ・ジェネレータ 130 を駆動して、いわゆる電気自動車として走行する。

【0047】車両が減速する場合には、車軸 170 がチェーンベルト 174 を介してリングギア 148 を回転させるので、この回転を利用してモータ・ジェネレータ 130 で発電し、電力をバッテリー 150 に蓄える。このようにいわゆる回生動作を行えば、減速時の車両の運動エネルギーを電気エネルギーとして回収することができる。車両の発進時や低速走行時などには、こうして蓄えた電力を利用することで、車両全体としての燃料消費効率を向上させることができる。

【0048】更に、高速走行時や急加速時などのように大きな動力が必要な場合は、エンジン 110 が出力する動力に加えて、モータ・ジェネレータ 130 から動力を発生させて車軸 170 に伝達する。こうしてエンジン 110 をモータ・ジェネレータ 130 でアシストすれば、大きな動力を出力して、車両の運動性能を大きく改善することもできる。また、バッテリー 150 に蓄えてい

る電力が少なくなった場合には、車軸 170 に出力すべき動力よりも大きな動力をエンジンで出力し、多めに出力した動力でモータ・ジェネレータ 120 で発電して、車両の運転中にバッテリー 150 を充電することも可能である。

【0049】このように、車両の運転状態に応じてエンジン 110 やモータ・ジェネレータ 120, 130 を適切に動作させる制御は、ハイブリッド ECU 160 が行う。以下、ハイブリッド ECU 160 が行っている運転制御について簡単に説明する。

【0050】図 4 は、運転制御ルーチンの流れを示すフローチャートである。運転制御ルーチンを開始すると、ハイブリッド ECU 160 は、先ず初めに車軸 170 から出力すべき駆動エネルギー P_d を決定する処理を行う（ステップ S100）。駆動力 P_d は、アクセルポジションセンサ 162 と車軸の回転速度とに基づいて決定することができる。すなわち、アクセルペダルは、車両の運転者が出力トルクが不足と感じたときに踏み込まれるものであるから、アクセルペダルの踏み込み量（アクセルポジションセンサ 162 の出力）は運転者の欲しているトルクに対応している。トルクに回転速度を乗算すれば単位時間あたりの駆動エネルギーが得られる。従って、車軸 170 から出力すべき駆動エネルギー P_d は、アクセルポジションセンサ 162 の出力と車軸の回転速度とが決まると、適切な値を決めてやることができる。本実施例では、アクセルポジションセンサ 162 と車軸の回転速度とに対する適切な駆動エネルギー P_d の値を実験的に予め求めておき、マップの形式でハイブリッド ECU 160 に予め記憶されている。

【0051】次に、充放電電力 P_b および補機駆動エネルギー P_h を算出する（ステップ S102, S104）。充放電電力 P_b とは、バッテリー 150 の充放電に要する単位時間あたりのエネルギーであり、バッテリー 150 を充電する必要がある場合には正の値、放電する必要がある場合には負の値を採る。補機駆動エネルギー P_h とは、エアコンなどの補機を駆動するために必要となる単位時間あたりのエネルギーである。補機駆動エネルギー P_h は、駆動している補機を検出し、これらの駆動に要するエネルギーを加算することで算出する。こうして、駆動エネルギー P_d 、充放電電力 P_b 、補機駆動エネルギー P_h を算出したら、これらを加算して要求動力 P_e を算出する（ステップ S106）。ここで要求動力 P_e とは、エンジン 110、モータ・ジェネレータ 120、モータ・ジェネレータ 130 をひとまとまりのハイブリッド機関と見たときに、ハイブリッド機関が出力すべき動力である。

【0052】次に、ハイブリッド ECU 160 は、こうして算出された要求動力 P_e に基づいてエンジン 110 の運転条件を設定する（ステップ S108）。エンジンの運転条件は、エンジンの目標回転速度 N_e と目標トルク T_e との組み合わせによって設定される。エンジン 1

10の運転条件は、原則的にはエンジン110での燃料消費効率ができるだけ高くなるように設定される。以下では、図12を参照することにより、燃料消費効率ができるだけ高くなるようにエンジン110の運転条件を設定する方法について説明する。

【0053】図5はエンジンの運転条件と燃料消費効率との関係を示す説明図である。図示するように、内燃機関の燃料消費効率は、通常、運転条件に応じて異なっている。図5の横軸はエンジンの回転速度 N_e を示し、縦軸はエンジンの発生トルク T_e を示している。図中の曲線Bはエンジン110の出力可能な最大トルクを示している。曲線 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ は、燃料消費効率が一定値となる等高線を示しており、燃料消費効率は $\alpha 1$ から $\alpha 6$ の順に低くなっていく。また、曲線C1からC3はそれぞれエンジン110から出力される動力（回転数×トルク）が一定となるラインを示している。

【0054】図5から明らかなように、エンジン110から曲線C1に相当する動力を出力する場合には、図中のA1点に相当する運転条件が最も高効率となる。同様に曲線C2およびC3に相当する動力を出力する場合には図中のA2点およびA3点で運転する場合が最も高効率となる。以上の説明から明らかなように、エンジンが出力すべき動力に応じて、最も効率の良い運転条件を1つ定めることができる。尚、図中の曲線Aは、種々の動力に対して定められた最も最も効率の良くなる運転条件を結んで得られた曲線であり、このような曲線は動作曲線と呼ばれる。

【0055】図4のステップS108の処理では、ステップS106で算出した要求動力 P_e に対応する運転条件を動作曲線上で見出すことによって、燃料消費効率が最も高くなるようなエンジンの運転条件を設定する。具体的には、ハイブリッドECU160に内蔵されたRAMには、発生すべき動力に対して動作曲線上の運転条件（エンジン回転速度、発生トルクの組み合わせ）が予め記憶されており、RAMを参照することによって、エンジンの回転速度、発生トルクを設定する。

【0056】エンジン110の運転条件を設定すると、ハイブリッドECU160は、続いてモータ・ジェネレータ120およびモータ・ジェネレータ130のそれぞれについて、発生トルクおよび回転速度の指令値を設定する（ステップS110）。すなわち、リングギア軸147の回転速度 N_r は先に検出されているので、エンジン110の回転速度 N_e と発生トルク T_e とが定まると、前述した式（1）からモータ・ジェネレータ120の回転速度 N_s を算出することができる。また、それぞれのモータ・ジェネレータ120、130の発生トルクの指令値は、前述した式（2）ないし式（4）に基づいて算出することができる。

【0057】こうして、エンジンの運転条件、およびモータ・ジェネレータ120、130の運転条件（すなわ

ち、発生トルクと回転速度）を設定したら、これら運転条件を修正する処理を行う（ステップS112）。すなわち、本実施例の排気ガス浄化装置では、浄化触媒200を用いて排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を捕集し、捕集した微粒子を酸化することによって排気ガスを浄化しているが、浄化触媒200上に多量の微粒子が堆積した場合には、エンジン110の運転条件を変更することによって微粒子の酸化反応を促進させることが可能である。そこで、ステップS112においては、浄化触媒200上に堆積している含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させる必要があるか否かを、微粒子の堆積量に基づいて判断し、酸化を促進させる必要があると判断した場合には、エンジン110、モータ・ジェネレータ120、130の運転条件を修正する処理を行う。かかる処理の詳細については後述する。

【0058】以上のようにしてエンジン110の運転条件と、2つのモータ・ジェネレータ120、130についての発生トルクおよび回転速度の指令値を決定したら、決定した運転条件に従ってエンジン110およびモータ・ジェネレータ120、モータ・ジェネレータ130を制御する（ステップS114）。モータ・ジェネレータの制御としては、同期モータについての周知の方法を適用することができる。本実施例では、いわゆる比例積分制御による制御を実行している。つまり、各モータの現在のトルクを検出し、目標トルクとの偏差および目標回転数に基づいて、各相に印加する電圧指令値を設定する。印加される電圧値は上記偏差の比例項、積分項、累積項によって設定される。それぞれの項にかかる比例係数は実験などにより適切な値が設定される。こうして設定された電圧は、インバータ152、154に入力され、いわゆるPWM制御により各モータ・ジェネレータに印加される。

【0059】ハイブリッドECU160は、以上に説明した運転制御ルーチンを定期的に行う。その結果、運転者の操作に応じてハイブリッド車両を適切に運転することが可能となっている。

【0060】B-3. 浄化触媒の概要：図6は、排気通路180に設けられた浄化触媒200の構造を示す説明図である。図6（a）は、浄化触媒200を排気ガスが流入する側から見た正面図であり、図6（b）は浄化触媒200の側断面図である。図示するように、浄化触媒200は、いわゆるハニカム構造をしたコージライト製のセラミックスフィルタであり、フィルタ上に塗布されたアルミナなどの基材に、白金系の貴金属触媒（例えば白金Pt、パラジウムPd、ロジウムRhなどを活性元素とする触媒）が担持されている。ハニカム構造の内部には、排気ガスが通過する多数の通路202が形成されており、これら通路の上流側あるいは下流側の一端には、図示するように互い違いに目止め204が設けられている。図6では、目止め204はハッチングを付して

示している。

【0061】以下、こうした浄化触媒200が、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を捕集する様子について説明する。排気ガスが図6(b)の左側から流れてくると、上流側に目止め204が設けられていない通路202から、浄化触媒200内に流入する。しかし、その通路の下流側は目止め204で閉塞されているので、図6

(b)に矢印で示すように、通路202の隔壁206を通して、下流側に目止め204のされていない通路202に抜けて行く。コージライトは焼成時に内部に多孔質構造が形成されており、排気ガスが隔壁206内の多孔質構造を通過する際に、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子などが捕集される。白金系の貴金属触媒は強い酸化活性を有することから、浄化触媒200がある程度の温度に達していれば、担持された貴金属触媒に働きにより、捕集された微粒子を酸化して排気ガスを浄化することができる。

【0062】もっとも、エンジン110の運転条件によっては、浄化触媒200上に含炭素浮遊微粒子が堆積してしまうことがある。例えばエンジン110が、排気ガス温度が低い条件で長時間運転された場合などには、浄化触媒200の温度が次第に低下するといった理由から、含炭素微粒子を速やかに酸化させることが困難となる場合があり、捕集した微粒子が浄化触媒200上に堆積してしまうことが起こり得る。このような場合には、堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させるべく、以下に説明するように、エンジン110の運転条件を適切な運転条件に修正し、これにあわせてモータ・ジェネレータ120、130の運転条件を修正する処理を行う。

【0063】C. 第1実施例：

C-1. 第1実施例の運転条件修正処理：以下、第1実施例の排気ガス浄化装置において、浄化触媒200上に堆積した含炭素浮遊微粒子の堆積量に応じて、微粒子の酸化を促進すべくエンジンやモータ・ジェネレータの運転条件を修正する処理について説明する。かかる処理は、図4に示した運転制御ルーチン中のステップS112において実行される処理である。

【0064】図7は、第1実施例の運転条件修正処理の流れを示すフローチャートである。運転条件修正処理を開始すると、先ず初めに、浄化触媒200の前後差圧dPを検出する(ステップS200)。図2を用いて説明したように、浄化触媒200の上流側および下流側には圧力センサ182、184がそれぞれ設けられているので、ハイブリッドECU160はこれらセンサの出力に基づいて、浄化触媒200の前後差圧dPを検出する。

【0065】浄化触媒200前後での差圧dPを検出したら、酸化促進制御中か否か、すなわち、浄化触媒200上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させるための制御を行っているか否かを判断する(ステップS202)。ハイブリッドECU160に内蔵されたRAM

の所定アドレスには、エンジンの制御モードを示すデータが格納されており、かかるデータを参照することによって、酸化促進制御中か否かを容易に判断することができる。

【0066】図8は、エンジンの制御モードを示すデータのデータ構造を概念的に示した説明図である。図8(a)に示すように、アドレスには1バイト(8ビット)分のメモリが割り当てられていて、各ビットがそれぞれの制御モードを示している。

【0067】図8(b)は各ビットと制御モードとの対応関係を示した説明図である。先頭にあるビット(最上位ビット)にはフラグFnが割り当てられている。このフラグFnが「ON」すなわち高電圧状態であることは、エンジンが通常の運転条件、すなわち燃料消費効率ができるだけ高くなるような運転条件で制御されていることを意味している。次のビットにはフラグFbが割り当てられている。このフラグFbが「ON」であることは、浄化触媒200上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進する制御を行うことを意味している。通常、フラグFbが「ON」になると、フラグFnは「OFF」すなわち低電圧状態に切り換えられる。フラグFbに続く5ビットは予備のフラグ用のビットである。最下位のビットにはフラグFLが割り当てられている。フラグFLが「ON」であることは、浄化触媒200に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させる制御を行うことを意味している。

【0068】図7に示す運転条件修正処理中のステップS202において、酸化促進制御中であるか否かは、図8に示したフラグFbが「ON」になっているか否かに着目して行う。フラグFbが「OFF」である場合は、酸化促進制御中ではないと判断して(ステップS202:n)、ステップS200で検出した浄化触媒200の前後差圧dPと所定の第1の閾値th1との大小関係を比較する(ステップS204)。触媒の前後差圧dPが第1の閾値th1よりも大きい場合は(ステップS204:y)、浄化触媒200上に含炭素浮遊微粒子が堆積していると考えられるので、堆積した微粒子の酸化を促進させる制御を行うものと判断して、通常運転制御を行うことを示すフラグFnを「OFF」に、酸化促進制御を行うことを示すフラグFbを「ON」にそれぞれ設定した後(ステップS206)、タイマを「ON」にする(ステップS208)。

【0069】タイマは、ハイブリッドECU160に内蔵されており、時間TLと時間Tsとを交互に計時して、パルスを出力するように構成されている。より詳しくは、タイマが「ON」にされてから時間TLが経過した時点でパルスを出力し、パルスを出力してから時間Tsが経過すると、再びパルスを出力する。2回目のパルスを出力すると、続いて時間TLの経過後にパルスを出力し、更に時間Tsの経過後にパルスを出力する。こう

して、タイマが「OFF」になるまで、交互に時間TL、時間Tsが経過する度にパルスを出力する。

【0070】こうしてタイマが出力するパルスに合わせて、フラグFLは「ON」と「OFF」とを交互に繰り返す。より詳しくは、タイマが「ON」に設定されると同時にフラグFLが「ON」に設定され、時間TLが経過してタイマからパルスが出力されると、このパルスを受けてフラグFLが「ON」から「OFF」に切り換わる。次いで、時間Ts経過後に再びタイマがパルスを出力すると、このパルスを受けてフラグFLが「OFF」から「ON」に切り換わる。以降、タイマが「OFF」にされるまで、タイマからパルスが出力される度に、フラグFLは「ON」の状態と「OFF」の状態とを繰り返す。

【0071】こうしてタイマを「ON」にすると、ハイブリッドECU160はフラグFLが「ON」に設定されているか否かを判断する（ステップS210）。フラグFLが「ON」に設定されている場合は、排気ガス中の酸素濃度を増加させて浄化触媒200上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進する制御を行うべく、エンジン110の燃料噴射量およびEGR弁開度を所定量だけ減少させる制御を行う（ステップS212）。燃料噴射量を減少させれば、エンジン110の燃焼室内で燃焼に使用される酸素量が減少するので、その分だけ排気ガス中の酸素濃度を増加させることができる。また、EGR弁開度を閉じることによりEGR量を減少させれば、その分だけ燃焼室内に吸入される空気量が増加し、その結果として排気ガス中の酸素濃度を増加させることができる。燃料噴射量、EGR弁開度の減少量は、エンジンの運転条件に応じた適切な値が実験的な手法によって求められ、ハイブリッドECU160内のRAMにマップの形で記憶されている。尚、本実施例では排気ガス中の酸素濃度を増加させるために、燃料噴射量およびEGR弁開度をいずれも減少させているが、もちろんいずれか一方のみを減少させても構わない。

【0072】燃料噴射量およびEGR弁開度を減少させたら、今度はモータ・ジェネレータ120、130の運転条件を修正する処理を行う（ステップS214）。すなわち、ステップS212において、燃料噴射量およびEGR弁開度を減少させると、エンジン110から出力される動力は、図4の運転制御ルーチン中で先に設定された要求動力Peとは異なってしまうので、この違いを打ち消すべく、モータ・ジェネレータ120、130の出力トルクおよび回転速度を修正するのである。燃料噴射量、EGR弁開度を減少したときに、エンジン110の出力する動力がどの程度変化するかは、実験的な手法によって予め調べておくことができるので、モータ・ジェネレータ120、130の修正量も実験的に予め求めておくことができる。ハイブリッドECU160のRAMには、こうして予め求めておいたモータ・ジェネレー

タの修正量が、エンジン運転条件に対するマップの形式で予め記憶されており、ステップS214では、マップに記憶された値を読み出すことで、モータ・ジェネレータの運転条件を修正する。

【0073】一方、ステップS210において、フラグFLが「ON」となっていない場合には（ステップS210：no）、エンジンの運転条件を修正する処理（ステップS212）および、これに伴ってモータ・ジェネレータの運転条件を修正する処理（ステップS214）を行うことなく、運転条件修正処理を終了して、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。

【0074】また、ステップS204において「no」と判断された場合、すなわち、堆積した微粒子の酸化促進制御を行っておらず、且つ、浄化触媒200の前後差圧dPが第1の閾値th1より小さい場合は、浄化触媒200では捕集された含炭素浮遊微粒子が正常に酸化されており、触媒上の微粒子の酸化を促進させる処理は不要であると考えられる。そこで、この場合は、エンジンやモータ・ジェネレータの運転条件を修正することなく、そのまま運転条件修正処理を終了する。

【0075】一方、ステップS202において、酸化促進制御中であると判断された場合は（ステップS202：yes）、ステップS200で先に検出した浄化触媒200の前後差圧dPの値と、所定の第2の閾値th2との大小関係を判断する（ステップS216）。ここで第2の閾値th2は、前述の第1の閾値th1よりも小さな値に設定されている。この理由については後述する。

【0076】浄化触媒200の前後差圧dPが第2の閾値th2よりも小さい場合（ステップS216：yes）、すなわち、酸化促進制御中であるが触媒の前後差圧dPが閾値th2よりも小さくなっている場合は、浄化触媒200上に堆積していた含炭素浮遊微粒子の酸化が促進された結果、堆積した微粒子が浄化されたものと考えられる。そこで、酸化促進制御を行うことを意味するフラグFbを「OFF」に、また通常の運転制御を行うことを意味するフラグFnを「ON」に設定するとともに（ステップS218）、タイマを「OFF」に設定した後（ステップS220）、運転条件修正処理を終了して、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。

【0077】これに対して、ステップS216で「no」と判断された場合、すなわち、酸化促進制御中であるが、触媒の前後差圧dPが未だ第2の閾値th2よりも大きい場合は、そのまま酸化促進制御を継続するものとして、排気ガス中の酸素濃度を増加させる処理を行うことを意味するフラグFLが「ON」に設定されているか否かを判断する（ステップS210）。フラグFLが「ON」に設定されていれば、エンジンの運転条件を修正した後（ステップS212）、これに伴ってモータ・ジェネレータの運転条件を修正する（ステップS21

4)。フラグFLが「ON」に設定されていない場合は、エンジンの運転条件およびモータ・ジェネレータの運転条件を修正することなく運転条件修正処理を抜けて、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。

【0078】ここで、第2の閾値 t_{h2} が第1の閾値 t_{h1} よりも小さな値に設定されている理由について説明する。図7に示した運転条件修正処理の説明から明らかなように、第1の閾値 t_{h1} は、酸化促進制御を開始するための判断に使用される閾値であり、第2の閾値 t_{h2} は、酸化促進制御を終了するための判断に使用される閾値である。仮に、第2の閾値 t_{h2} を第1の閾値 t_{h1} と同じ値に設定した場合、浄化触媒200の前後差圧 dP が閾値 t_{h1} より僅かに小さくなっただけで酸化促進制御を終了してしまうので、前後差圧が少しでも増加すると再び酸化促進制御を開始することになる。従って、酸化促進制御の開始と終了とを頻繁に繰り返すこととなって、エンジン110の運転状態が不安定になってしまう場合が起こり得る。このような事態の発生を回避するため、酸化促進制御を開始したら、浄化触媒200の前後差圧の値が、酸化促進制御の開始を判断するために使用する第1の閾値 t_{h1} よりも小さな第2の閾値 t_{h2} 以下の値となるまで、酸化促進制御を継続し、触媒の前後差圧 dP が第2の閾値 t_{h2} より小さくなって初めて酸化促進制御を終了することとしているのである。

【0079】尚、以上の説明では、浄化触媒200の上流側の圧力センサ182および下流側の圧力センサ184の出力から触媒の前後差圧 dP を検出し、前後差圧 dP に基づいて浄化触媒200上に堆積している微粒子量を検出することとした。もちろん、これに限らず、浄化触媒200の上流側で検出して排気通路内圧力から、含炭素浮遊微粒子の堆積量を検出することとしても良い。すなわち、浄化触媒200上に微粒子が堆積して触媒の通気抵抗が増加すると、それに伴って触媒上流側の排気通路内圧力も増加することから、エンジン運転条件に対応付けて予め定めておいた閾値と、浄化触媒の上流側で検出した排気管内圧力とを比較して、排気通路内圧力が閾値より高い場合には、浄化触媒200上に含炭素浮遊微粒子が堆積していると判断してもよい。このような方法を用いれば、浄化触媒200の上流側にのみ圧力センサ182を設けるだけで、含炭素浮遊微粒子の堆積量を検出することが可能となる。

【0080】以上に説明したように、浄化触媒200に堆積した含炭素浮遊微粒子の堆積量に応じて、浄化触媒上での微粒子の酸化を促進させる否かを判断し、促進させる場合には、排気ガス中の酸素濃度を増加させるべくエンジン110の運転条件を修正し（ステップS212）、それに伴う出力の変動を打ち消すようにモータ・ジェネレータ120、130の運転条件を修正した後（ステップS214）、運転条件修正処理を抜けて図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。運転制御ルーチ

ンのステップS114では、こうして設定された運転条件となるように、エンジンおよびモータ・ジェネレータの制御が実行される。

【0081】図9は、エンジン110の運転中に、時間の経過とともに浄化触媒200上に含炭素浮遊微粒子が堆積し、これに応じて、エンジン110の運転状態が切り変わる様子を概念的に示した説明図である。図9の最下段には浄化触媒200の前後差圧 dP が示されている。図示されているように、触媒前後差圧 dP は、初めは第1の閾値 t_{h1} よりも小さく、各フラグの設定状態は、フラグ F_n が「ON」に、フラグ F_b が「OFF」に設定されている。このことに対応して、エンジン110は通常の運転条件、すなわち燃料消費効率ができるだけ高くなるような運転条件に制御されている。エンジン110を運転していると、浄化触媒200上に次第に含炭素浮遊微粒子が堆積していき、これに伴って触媒の前後差圧 dP も増加していく。こうして時刻 T_1 に達した時点で、前後差圧 dP が第1の閾値 t_{h1} を越えると、ハイブリッドECU160は、浄化触媒200上に堆積した微粒子の酸化を促進させるものと判断して、酸化促進制御を行うことを意味するフラグ F_b を「ON」に、通常の運転制御を行うことを意味するフラグ F_n を「OFF」にするとともに、ハイブリッドECU160に内蔵されているタイマを「ON」にする（図7参照）。

【0082】タイマが「ON」になると、フラグFLは一定間隔で「ON」の状態と「OFF」の状態とを繰り返す。フラグFLが「ON」になっている間は、エンジン110の燃料噴射量およびEGR弁開度は、燃料消費効率ができるだけ高くなるような条件よりも所定量だけ少ない条件に設定される。その結果、排気ガス中の酸素濃度が増加して、浄化触媒200上での含炭素浮遊微粒子の酸化が促進される。また、フラグFLが「OFF」になっている間は、エンジン110は燃料消費効率ができるだけ高くなる条件で運転されるように制御される。

【0083】排気ガス中の酸素濃度を増加させれば、浄化触媒200上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させることができる。この理由を、図10を参照しながら説明する。図10は、酸素濃度と酸化反応速度定数との関係を概念的に示す説明図である。一般に、化学反応の速度は反応速度定数によって表すことができ、化学反応の速度が速くなるほど、反応速度定数は大きな値となる。図10に示すように、反応に関与する酸素濃度が高くなるほど、酸化反応速度定数は大きくなるので、とりもなおさず、浄化触媒200上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化が促進されることになる。

【0084】本実施例の排気ガス浄化装置では、フラグFLが「ON」に設定されている期間だけ、排気ガス中の酸素濃度を増加させる。その結果、図9に示すように、フラグFLが「ON」になる度に、浄化触媒200上に堆積した微粒子の酸化が促進されて、触媒の前後差

圧 dP が段階的に減少していく。このように、フラグ F_L が切り変わるタイミングでエンジン 110 の運転条件を切り換えると、それに伴ってエンジン 110 の出力は変動するが、前述したようにモータ・ジェネレータ 120, 130 が適切に制御されて、エンジンの出力変動が打ち消され、ハイブリッド車両の車軸 170 からは常に安定した動力が出力されている。

【0085】こうして、排気ガス中の酸素濃度を間欠的に増加させながら、触媒上に堆積している含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させていると、ついには時刻 T_2 に達した時点で浄化触媒前後の差圧 dP が第 2 の閾値 th_2 よりも小さくなる。これは、堆積していた含炭素浮遊微粒子の酸化が促進されて、微粒子が浄化されたものと考えることができる。そこで、酸化促進制御を行うことを示すフラグ F_b を「OFF」にするとともに、通常の運転制御を行うことを意味するフラグ F_n を「ON」にする。また、タイマを「OFF」に設定して、酸化促進制御を終了する。

【0086】上述した酸化促進制御によれば、例えば、エンジン 110 の排気ガス温度が低い条件で長時間運転されるなど、何らかの原因で浄化触媒 200 上に含炭素浮遊微粒子が堆積した場合でも、浄化触媒 200 に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させて、堆積した微粒子の酸化を促進させることができる。このため、浄化触媒 200 上に多量の含炭素浮遊微粒子が堆積して触媒の機能が阻害されることを未然に回避することができ、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を、常に適切に浄化することが可能となる。加えて、酸化促進制御を行うことによるエンジン 110 の出力変動を、モータ・ジェネレータ 120, 130 を適切に制御することによって打ち消すことができるので、ハイブリッド車両の車軸 170 からは常に安定した動力を出力することができる。このため、車両の運転者に、何ら違和感を与えることなく、浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子を処理することが可能となる。

【0087】また、上述した酸化促進制御では、浄化触媒 200 上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させるために、フラグ F_L が「ON」になるのに合わせて、排気ガス中の酸素濃度を間欠的に短時間だけ増加させている。こうして酸素濃度をパルス的に増加させれば、酸化促進制御によって、浄化触媒 200 の温度が過度に上昇して触媒が熱劣化することがない。すなわち、通常、含炭素浮遊微粒子が酸化すると、酸化に伴って発生する熱で浄化触媒 200 の温度が上昇し、酸化反応が一層促進されて更に触媒温度が上昇する結果、浄化触媒が過昇温状態となって、触媒が熱劣化してしまうことが起こり得る。これに対して、酸素濃度を間欠的に短時間だけ増加させることとすれば、酸素濃度が高く酸化が促進されている期間は短期間しか連続しないので、過昇温状態となることがなく、浄化触媒 200 が熱劣化するお

それがない。

【0088】尚、ここでは、排気ガスの酸素濃度をパルス的に増加させるものとしたが、必ずしもこれに限定されるものではなく、酸化促進制御中、すなわちフラグ F_b が「ON」になっている間、排気ガス中の酸素濃度を通常運転制御中よりも少しだけ増加させることで、触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させることも可能である。酸素濃度を少しだけ増加させる程度であれば、酸素濃度が制約となるため、含炭素浮遊微粒子の酸化が過度に促進されることがないので、浄化触媒が過昇温して熱劣化するおそれはない。こうして排気ガス中の酸素濃度を連続して増加させる方法では、フラグ F_b が「ON」になっている間にエンジン 110 の運転条件が切り換わることはないので、それだけエンジンを安定した状態で運転することが可能になるという利点がある。これに対して、酸素濃度をパルス的に増加させる方法では、酸化を促進させるために酸素濃度を増加させる増加量が多少多くなっても、酸素濃度の高い状態が短時間しか持続されないので、浄化触媒 200 が過昇温状態となることがない。換言すれば、堆積した微粒子の酸化を促進させるために増加させる酸素濃度を精度よく管理する必要がないので、その分だけ制御内容を簡素なものとするのが可能になる。

【0089】D. 第 2 実施例：

D-1. 装置構成：エンジン 110 の排気ガス中には大気汚染物質として、含炭素浮遊微粒子に加えて窒素酸化物も含まれている。そこで、含炭素浮遊微粒子と窒素酸化物とを同時に浄化すべく、活性酸素放出剤が担持された浄化触媒を用いることもできる。以下では、こうした第 2 実施例の排気ガス浄化装置について説明する。

【0090】第 2 実施例の浄化触媒 300 は、図 6 に示した第 1 実施例の浄化触媒 200 に対して、貴金属触媒に加えて活性酸素放出剤が担持されている部分が大きく異なっている。活性酸素放出剤としては、カリウム K などのアルカリ金属類や、バリウム Ba などのアルカリ土類金属などを用いることができる。後述するように、貴金属触媒に加えて活性酸素放出剤が担持された浄化触媒 300 は、排気ガス中に過剰な酸素が含まれている場合には、過剰な酸素とともに窒素酸化物を取り込み、排気ガス中の酸素濃度が低下すると、取り込んだ窒素酸化物を分解し、同時に発生する活性酸素を用いて含炭素浮遊微粒子を酸化する。このような浄化触媒を用いれば、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子と窒素酸化物とを同時に浄化することが可能である。以下、図 11 を参照しながら、第 2 実施例の浄化触媒 300 が、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子と窒素酸化物とを同時に浄化するメカニズムについて説明する。

【0091】図 11 は、浄化触媒 300 の内部に形成された多孔質構造の表面を拡大して示した概念図である。浄化触媒 300 内部に形成された細孔の表面には、カリ

ウムKやバリウムBaなどの活性酸素放出剤350と、白金PtやパラジウムPdなどの白金系貴金属触媒352とが担持されている。貴金属触媒352は粒径が1μm以下の微粒子状で活性酸素放出剤350の上に均一に分布した状態で担持されている。

【0092】図11(a)は、排気ガス中に過剰な酸素が含まれている場合を示している。排気ガス中には、燃焼によって生じる窒素酸化物が含まれている。窒素酸化物はほとんどが一酸化窒素NOの状態に含まれているので、図11では窒素酸化物を一酸化窒素NOとして表示している。一酸化窒素NOは極性分子であることから、排気ガス中のNOは速やかに白金Ptなどの貴金属触媒352上に吸着する。Ptなど貴金属触媒352は強い酸化活性を有しているため、NOは貴金属触媒上で排気ガス中の酸素と反応し、亜硝酸イオンNO₂⁻を経由して硝酸イオンNO₃⁻となり、硝酸塩の形で活性酸素放出剤350に取り込まれる。もちろん、一部は亜硝酸イオンNO₂⁻のまま亜硝酸塩の形で取り込まれる場合もある。貴金属触媒上の硝酸イオンNO₃⁻、あるいは亜硝酸イオンNO₂⁻は、いわゆる「スピルオーバー」と呼ばれる現象によって活性酸素放出剤350まで移動する。「スピルオーバー現象」とは、触媒上で吸着分子が活発に動き回る現象である。触媒上では、Ptなどの貴金属微粒子はできるだけ均一に分散させているとはいえ、分子レベル言えば局在していることに変わりはないが、スピルオーバー現象によって吸着分子が表面を活発に移動し得るために、表面全体が触媒として機能しているものと考えられている。このように、排ガス中に酸素が過剰に存在している条件では、NOがPt等の貴金属触媒上で酸化され、スピルオーバー現象によって活性酸素放出剤350まで運ばれて、硝酸塩あるいは亜硝酸塩の形で過剰酸素とともに蓄えられる。

【0093】図11(b)は、排気ガス中の酸素濃度が低下した場合に、活性酸素放出剤350が蓄えた酸素を活性酸素として放出する様子を概念的に示した説明図である。排気ガス中には、炭化水素系化合物や一酸化炭素などの還元物質が含まれている。ススなどの含炭素浮遊微粒子も還元物質として作用する。図11(b)では、炭化水素系化合物をHCと表示し、ススなどの含炭素浮遊微粒子は炭素を表すCで模式的に表示している。前述したようにPt等の貴金属触媒352は強い酸化活性を有しているので、排気ガス中に酸素が存在すれば、これら還元物質を酸化して、二酸化炭素CO₂や水などの無害な物質に変換することができる。

【0094】ところが、排気ガス中の酸素濃度が低下して、還元物質に見合う分量の酸素が存在していない場合には、図11(b)に示すように、Pt等の貴金属触媒352は活性酸素放出剤350に蓄えておいた硝酸イオン（あるいは亜硝酸イオン）を分解し、発生した活性酸素を用いて還元物質を酸化する。図11(b)を参照し

ながら、かかる現象について説明する。活性酸素放出剤350に蓄えられていた硝酸イオン（あるいは亜硝酸イオン）は、スピルオーバー現象によってPt上に移動する。Pt上では、硝酸イオンの電子雲がPt側に吸い寄せられて偏在する結果、硝酸イオン（あるいは亜硝酸イオン）の窒素原子と酸素原子との間の化学結合が切れ易い状態になっている。図11(b)において、硝酸イオンを「N+3・O」と表示しているのは、窒素原子と酸素原子との間の結合が切れ易くなっている様子を模式的に表示したものである。このような状態に還元物質が作用すると、窒素原子と酸素原子との結合が切断されて活性酸素が発生する。活性酸素は極めて反応性に富んだ物質であり、排気ガス中の炭化水素系化合物、一酸化炭素や、ススなどの含炭素浮遊微粒子などと速やかに反応して、これらを二酸化炭素CO₂や水などに変換することができる。

【0095】活性酸素放出剤350は、硝酸イオンを分解する際だけでなく、排気ガス中の一酸化窒素NOを取り込む際にも活性酸素を放出する。かかるメカニズムは、次のようなものであると考えられる。活性酸素放出剤350は排気ガスによって高温に加熱されるため、通常は二酸化炭素CO₂と結合して炭酸塩の状態になっていると考えられる。一酸化窒素NOが活性酸素放出剤350に蓄積される際には、炭酸イオンCO₃⁻が二酸化炭素CO₂と活性酸素とに分解され、この結果、活性酸素が放出されるものと考えられる。

【0096】このように、活性酸素放出剤が担持された浄化触媒300は、排気ガス中に酸素が過剰に存在している条件では排気ガス中の窒素酸化物NO_xを取り込み、酸素濃度が低下すると、無害な窒素などに分解して浄化する。いずれの条件においても活性酸素を放出し、この活性酸素を利用することで、浄化触媒300上に捕集した含炭素浮遊微粒子を速やかに酸化させることができる。

【0097】D-2. 第2実施例の運転条件修正処理：以下、第1実施例の排気ガス浄化装置において、浄化触媒300上に堆積した含炭素浮遊微粒子の堆積量に応じて、微粒子の酸化を促進すべくエンジンやモータ・ジェネレータの運転条件を修正する処理について説明する。かかる処理も、第1実施例の運転条件修正処理と同様に、図4に示した運転制御ルーチン中のステップS112において実行される処理である。

【0098】図12および図13は、第2実施例における運転条件修正処理の流れを示すフローチャートである。図12は処理の前半部分を、図13は処理の後半部分を示しており、特に図13に示した後半部分の処理は、図7に示した第1実施例の処理と実質的に同様の処理である。これらの処理も、ハイブリッドECU160に内蔵されたCPUによって実行される。以下、図12、図13に従って説明する。

【0099】図12に示すように、第2実施例の運転条件修正処理を開始すると、先ず初めに、浄化触媒300に流入する排気ガスの温度、および触媒から流出する排気ガスの温度を検出する（ステップS300）。浄化触媒300に流入する排気ガス温度は、触媒の上流側と下流側にそれぞれ設けた図示しない温度センサを用いて検出することができる。

【0100】こうして浄化触媒300の上流側および下流側での排気ガス温度を検出したら、浄化触媒300が活性しているか否かを判断する（ステップS302）。浄化触媒300が活性しているか否かは、次のように、触媒前後での排気ガスの温度差に基づいて判断することができる。すなわち、前述したように、浄化触媒300は、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子および窒素酸化物を触媒上で二酸化炭素や、窒素、水蒸気などの無害な物質に分解して浄化するが、かかる反応は発熱反応であることから、浄化触媒300を通過すると排気ガスの温度は上昇する。このことから、浄化触媒300の前後での排気ガス温度を検出して、温度差が所定の閾値温度より大きい場合は、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子などが触媒上で活発に酸化されており、従って浄化触媒300が活性状態にあると判断することができる。逆に、浄化触媒300前後での排気ガスの温度差が、所定の閾値温度以下である場合には、浄化触媒300が活性していないと判断することができる。ステップS302では、こうして浄化触媒300前後での排気ガスの温度差と所定の閾値温度とを比較することにより、浄化触媒300の活性状態を判断する。

【0101】触媒前後での温度差が閾値温度より大きい場合は（ステップS302：yes）、続いて、エンジン110のアシストが可能か否かを判断する（ステップS304）。かかる判断は次のようにして行う。前述したように、モータ・ジェネレータ120、130は、車軸170に対して動力をやり取り可能に設けられている。浄化触媒300上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化促進制御を行うことでエンジン110の出力が変動した場合には、モータ・ジェネレータ120、130から車軸170に動力を出力したり、あるいは動力を吸収することでエンジンの出力変動を打ち消して、車軸170には安定した動力を供給することができる。もっとも、モータ・ジェネレータ120、130が出力可能な動力にも限界があり、これらモータが最大定格付近で運転されている場合には、エンジン110の出力の低下を補うことはできない。同様に、モータ・ジェネレータ120、130が動力を吸収する場合にも、発電機としての最大定格付近で運転されている場合には、エンジン110の出力増加を吸収することはできない。そこで、ハイブリッドECU160は、モータ・ジェネレータ120、130の運転条件が最大定格に対する余裕が所定量以下しか残っていない場合は、モータによるアシストが

不可能であると判断する。逆に、最大定格に対して、まだ所定量以上の余裕が残っている場合は、モータによるアシスト可能と判断するのである。

【0102】モータによるアシスト可能と判断した場合は（ステップS304：yes）、今度は、リッチスパイク制御中か否かを判断する（ステップS306）。前述したように、浄化触媒300は排気ガス中に過剰な酸素が存在している場合には排気ガス中の過剰酸素と窒素酸化物とを蓄え、過剰酸素の濃度が低下すると蓄えた窒素酸化物を分解するとともに、そのときに発生する活性酸素を利用して、排気ガスに含まれている含炭素浮遊微粒子を酸化させる。ここで、通常、ディーゼルエンジンの排気ガス中には過剰酸素が含まれていることから、浄化触媒300を用いて、排気ガス中の窒素酸化物や含炭素浮遊微粒子を浄化するためには、排気ガス中の過剰酸素の濃度を意図的に低下させる必要がある。排気ガス中の過剰酸素濃度を低下させるには、排気ガスに含まれる還元物質、すなわち一酸化炭素や未燃燃料などの濃度を増加させればよい。リッチスパイク制御とは、排気ガス中に含まれるこれらの還元物質の濃度を間欠的に増加させる制御である。

【0103】リッチスパイク制御は、種々の方法を用いて行うことができる。例えば、排気通路180の浄化触媒300の上流側に専用の燃料噴射弁を設けておき、該燃料噴射弁から所定量の燃料を排気ガス中に噴射することとしてもよい。また、エンジン110の膨張行程中、あるいは排気行程中に燃料噴射弁192から燃焼室内に所定量の燃料を噴射することとしても良い。更には、リッチスパイク制御を行うときにだけ、EGR量を大幅に増加させることとしてもよい。EGR量を大幅に増加させれば、それに伴って吸入する空気量が減少するので、結果的に排気ガス中の酸素濃度を減少させることができる。これらリッチスパイク制御を実際に行うのはエンジンECU112であるが、ハイブリッドECU160はリッチスパイク制御中であるか否かを常に監視しており、リッチスパイク制御中か否かを容易に検出することができる。

【0104】以上のように、浄化触媒300の触媒前後の排気ガス温度を検出して（ステップS300）、触媒が活性中か否か（ステップS302）、モータ・ジェネレータによるアシストが可能か否か（ステップS304）、リッチスパイク制御中か否か（ステップS306）についての判断を行い、触媒が活性中であり（ステップS302：yes）、モータによるアシストが可能で（ステップS304：yes）、且つリッチスパイク制御中でない場合（ステップS306：no）には、図13に示す後半部分の処理に進む。そうでない場合、すなわち、触媒が活性していないか（ステップS302：no）、モータによるアシストが可能でないか（ステップS304：yes）、リッチスパイク制御中（ステッ

プS306: yes) のいずれかである場合には、運転条件を修正することなく、そのまま運転条件修正処理を抜けて、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。

【0105】第2実施例の運転条件修正処理の後半部分では、第1実施例の運転条件修正処理と同様の方法により、エンジンおよびモータ・ジェネレータの運転条件を修正する処理を行う。以下、簡単に説明すると、先ず、浄化触媒300の前後差圧dPを検出する(ステップS308)。次いで、酸化促進制御中か否かを判断する(ステップS310)。酸化促進制御中か否かは、ハイブリッドECU160に内蔵されたRAMの所定アドレスに設定されているフラグFbの値に基づいて容易に判断することができる(図8参照)。

【0106】酸化促進制御中ではない場合は(ステップS310: no)、触媒前後差圧dPと所定の第1の閾値th1との大小関係を比較して(ステップS312)、前後差圧dPが第1の閾値th1よりも大きければ(ステップS312: yes)、堆積した微粒子の酸化を促進させる制御を行うべきと判断して、通常運転制御を行うことを示すフラグFnを「OFF」に、酸化促進制御を行うことを示すフラグFbを「ON」にそれぞれ設定した後(ステップS314)、タイマを「ON」にする(ステップS316)。タイマは、「ON」にされると周期的にパルスを出力し、このパルスに同期してフラグFLは「ON」と「OFF」とを繰り返す。

【0107】次いで、ハイブリッドECU160はフラグFLが「ON」に設定されているか否かを判断し(ステップS318)、フラグFLが「ON」に設定されている場合は、エンジン110の燃料噴射量およびEGR弁開度を所定量だけ減少させた後(ステップS320)、これによるエンジンの出力変動を打ち消すべく、モータ・ジェネレータの運転条件を修正する(ステップS322)。一方、ステップS318において、フラグFLが「ON」となっていない場合には、エンジンの運転条件を修正する処理(ステップS320)および、これに伴ってモータ・ジェネレータの運転条件を修正する処理(ステップS322)を行うことなく、運転条件修正処理を終了して、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。また、ステップS312において「no」と判断された場合、すなわち、堆積した微粒子の酸化促進制御を行っておらず、且つ、浄化触媒300の前後差圧dPが第1の閾値th1より小さい場合も、エンジンやモータ・ジェネレータの運転条件を修正することなく、そのまま運転条件修正処理を終了する。

【0108】一方、ステップS310において、酸化促進制御中であると判断された場合は(ステップS310: yes)、浄化触媒300の前後差圧dPの値と、所定の第2の閾値th2との大小関係を判断し(ステップS324)、前後差圧dPの方が第2の閾値th2よりも小さい場合(ステップS324: yes)は、浄化

触媒300上に堆積していた含炭素浮遊微粒子の酸化が促進されて浄化されたものと考えられるので、フラグFbを「OFF」に、フラグFnを「ON」にそれぞれ設定するとともに(ステップS326)、タイマを「OFF」に設定して(ステップS328)、運転条件修正処理を終了して、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。

【0109】これに対して、ステップS324で「no」と判断された場合、すなわち、酸化促進制御中であるが、触媒の前後差圧dPが未だ第2の閾値th2よりも大きい場合は、そのまま酸化促進制御を継続するものとして、フラグFLが「ON」に設定されているか否かを判断する(ステップS318)。フラグFLが「ON」に設定されていれば、エンジンの運転条件を修正した後(ステップS320)、これに伴ってモータ・ジェネレータの運転条件を修正する(ステップS322)。フラグFLが「ON」に設定されていない場合は、エンジンの運転条件およびモータ・ジェネレータの運転条件を修正することなく運転条件修正処理を抜けて、図4に示した運転制御ルーチンに復帰する。

【0110】運転制御ルーチンでは、運転条件修正処理から処理が戻されると、最終的に決定された運転条件に従って、それぞれエンジン110、およびモータ・ジェネレータ120、130の制御を行う(図4のステップS114)。

【0111】上述した第2実施例の排気ガス浄化装置においては、何らかの原因で浄化触媒300上に含炭素浮遊微粒子が堆積した場合でも、浄化触媒300に流入する排気ガス中の酸素濃度を増加させて、堆積した微粒子の酸化を促進させることにより、排気ガス中の含炭素浮遊微粒子を、常に安定して浄化することが可能となる。排気ガス中の酸素濃度を増加させることに伴って、エンジン110の出力が変動する場合には、モータ・ジェネレータ120、130を適切に制御することによって打ち消すことができるので、ハイブリッド車両の車軸170からは常に安定した動力を出力することができる。このため、車両の運転者に、何ら違和感を与えることなく、浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子を処理することが可能となる。

【0112】尚、以上の説明では、浄化触媒300が活性しているか否かは、触媒の上流側および下流側にそれぞれ設けた温度センサの出力に基づいて判断するものとした。もちろん、浄化触媒300が活性しているか否かは、他の方法を用いて判断することも可能である。例えば、簡易的には、浄化触媒300に流れ込む排気ガス温度のみを検出し、排気ガス温度が所定温度以上であれば触媒が活性していると判断しても良い。排気ガス温度が所定温度以上になれば、ほとんどの場合、浄化触媒300は活性することから、触媒に流入する排気ガス温度のみからでも、通常の使用状態では触媒が活性しているか

否かを判断することができる。

【0113】あるいは、浄化触媒300から流れ出す排気ガス温度のみを検出し、排気ガス温度が所定温度以上の場合に、触媒が活性していると判断しても良い。浄化触媒300が排気ガス中の含炭素浮遊微粒子や窒素酸化物を活発に浄化していれば、それに伴って触媒から流出する排気ガス温度は高温になる。このことから、触媒下流側の排気ガス温度が所定温度以上であれば触媒が活性していると判断するといった簡便な方法でも、通常の使用状態では、触媒が活性しているか否かを間違いなく判断することができる。

【0114】これとは逆に、排気ガス温度に加えて排気ガス流量も考慮すれば、浄化触媒300の活性をより正確に判断することが可能となる。すなわち、単位時間あたりに浄化触媒が浄化し得る排気ガス量にも自ずから限界があるので、排気ガス流量があまりに多くなると、含炭素浮遊微粒子や窒素酸化物などの一部が浄化されずに、そのまま浄化触媒300を通過してしまい、あたかも触媒の活性が低下したのと同様な状況となる。このように浄化触媒300が、能力の限界に近い状況で使用されている場合には、触媒上に堆積した微粒子の酸化を促進すべく、排気ガス中の酸素濃度を増加させても、微粒子の酸化を効果的に促進させることは困難である。そこで、排気ガス流量があまりに多い場合は、浄化触媒300が活性していないと判断することとしても良い。浄化触媒300に流入する排気ガス流量は、エンジン110の運転条件によって定まるので、運転条件に対応付けて排気ガス流量を予め求めてマップとして記憶しておけば、かかるマップを参照することにより、排気ガス流量を容易に求めることができる。

【0115】以上、各種の実施例について説明してきたが、本発明は上記すべての実施例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することができる。

【0116】例えば、上述した各種実施例においては、浄化触媒200あるいは浄化触媒300上の含炭素浮遊微粒子の堆積量を、何らかの手法（例えば浄化触媒の前後差圧に基づく手法）によって検出あるいは推定するものとして説明した。これに対して、もっとも簡易的には、次のようにすることもできる。例えば、エンジン110が予め定めておいた所定時間だけ運転されたら、浄化触媒上には某かの含炭素浮遊微粒子が堆積しているものと判断して、堆積した微粒子の酸化を促進する制御を行うこととしても良い。あるいは、ハイブリッド車両の走行距離が所定距離に達したら、浄化触媒上には某かの微粒子が堆積していると推定して、酸化促進制御を行うこととしてもよい。このように、浄化触媒上に堆積した微粒子の堆積量は、触媒の通気抵抗などのように、堆積量と直接的な因果関係のあるパラメータに基づいて推定することに限られず、エンジンの運転時間などのよう

に、微粒子の堆積量とは直接的な因果関係は薄いですが、何らかの相関が見られるパラメータに基づいて推定することとしても構わない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概要を示す概念図である。

【図2】第1実施例の排気ガス浄化装置を適用したハイブリッド車両の構成を示す説明図である。

【図3】エンジンが出力する動力と2つのモータ・ジェネレータで発生する動力との関係を示す共線図である。

【図4】第1実施例のハイブリッド車両の運転制御ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図5】エンジンの運転条件と燃料消費効率との関係に基づいて燃料消費効率の良い運転条件に設定する方法を示した説明図である。

【図6】排気ガス浄化装置に設けられた浄化触媒の構造を示す説明図である。

【図7】第1実施例の排気ガス浄化装置において運転条件を修正する処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】ハイブリッドECU内に設けられた制御モードを示すデータのデータ構造を概念的に示す説明図である。

【図9】制御モードを切り換えながら、浄化触媒上に堆積した含炭素浮遊微粒子の酸化を促進させる様子を示した説明図である。

【図10】排気ガス中の酸素濃度と酸化反応速度定数との関係を概念的に示した説明図である。

【図11】第2実施例の排気ガス浄化装置に適用された浄化触媒が、活性酸素を放出しながら含炭素浮遊微粒子および窒素酸化物を浄化するメカニズムを概念的に示した説明図である。

【図12】第2実施例の排気ガス浄化装置において運転条件を修正する処理の前半部分を示すフローチャートである。

【図13】第2実施例の排気ガス浄化装置において運転条件を修正する処理の後半部分を示すフローチャートである。

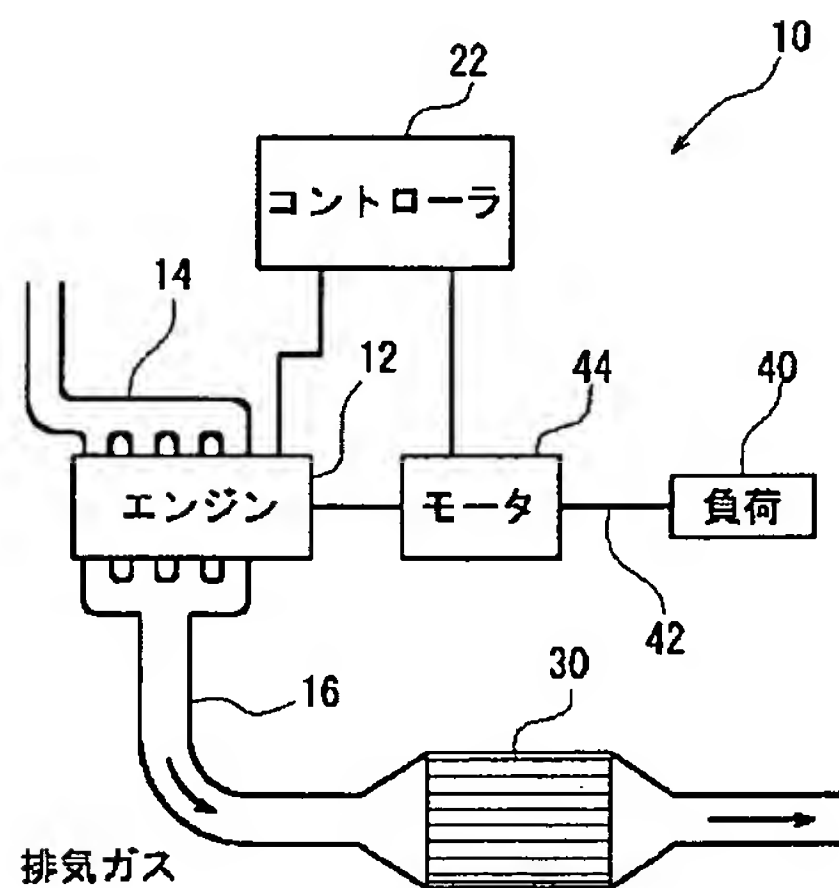
【符号の説明】

10…排気ガス浄化装置
12…エンジン
14…吸気管
16…排気管
22…コントローラ
30…浄化触媒
40…負荷
42…出力軸
44…モータ
100…ハイブリッド車両
110…エンジン
112…エンジンECU
114…クランクシャフト

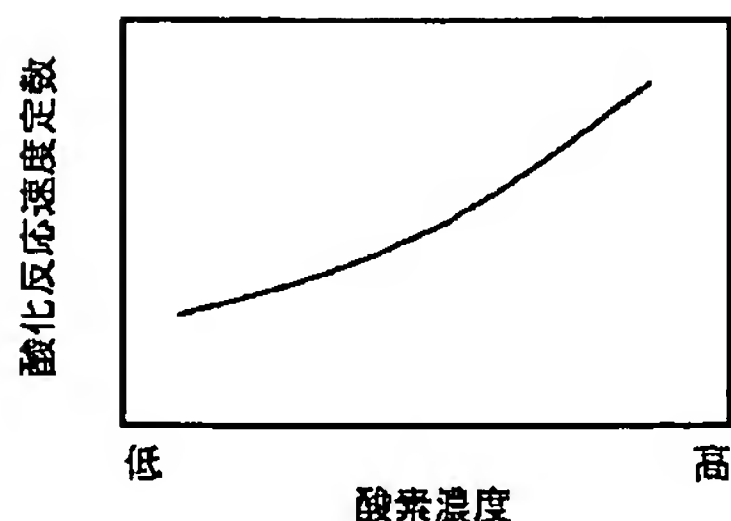
118…クランクポジションセンサ
 120, 130…モータ・ジェネレータ
 122…永久磁石
 123…ロータ
 124…三相コイル
 125…ステータ
 126…レゾルバ
 130…ジェネレータ
 132…永久磁石
 133…ロータ
 134…三相コイル
 135…ステータ
 136…レゾルバ
 138…ケース
 140…プラネタリギア
 141…サンギア軸
 142…サンギア
 144…プラネタリピニオンギア
 146…プラネタリキャリア
 147…リングギア軸
 148…リングギア
 150…バッテリー

152, 154…インバータ
 156…モータECU
 160…ハイブリッドECU
 162…アクセルポジションセンサ
 164…ブレーキスイッチ
 169…エアクリーナ
 170…車軸
 172…駆動輪
 174…チェーンベルト
 180…排気通路
 182, 184…圧力センサ
 186…EGR通路
 188…EGR弁
 190…吸気通路
 192…燃料噴射弁
 194…燃料ポンプ
 200…浄化触媒
 202…通路
 206…隔壁
 300…浄化触媒
 350…活性酸素放出剤
 352…貴金属触媒

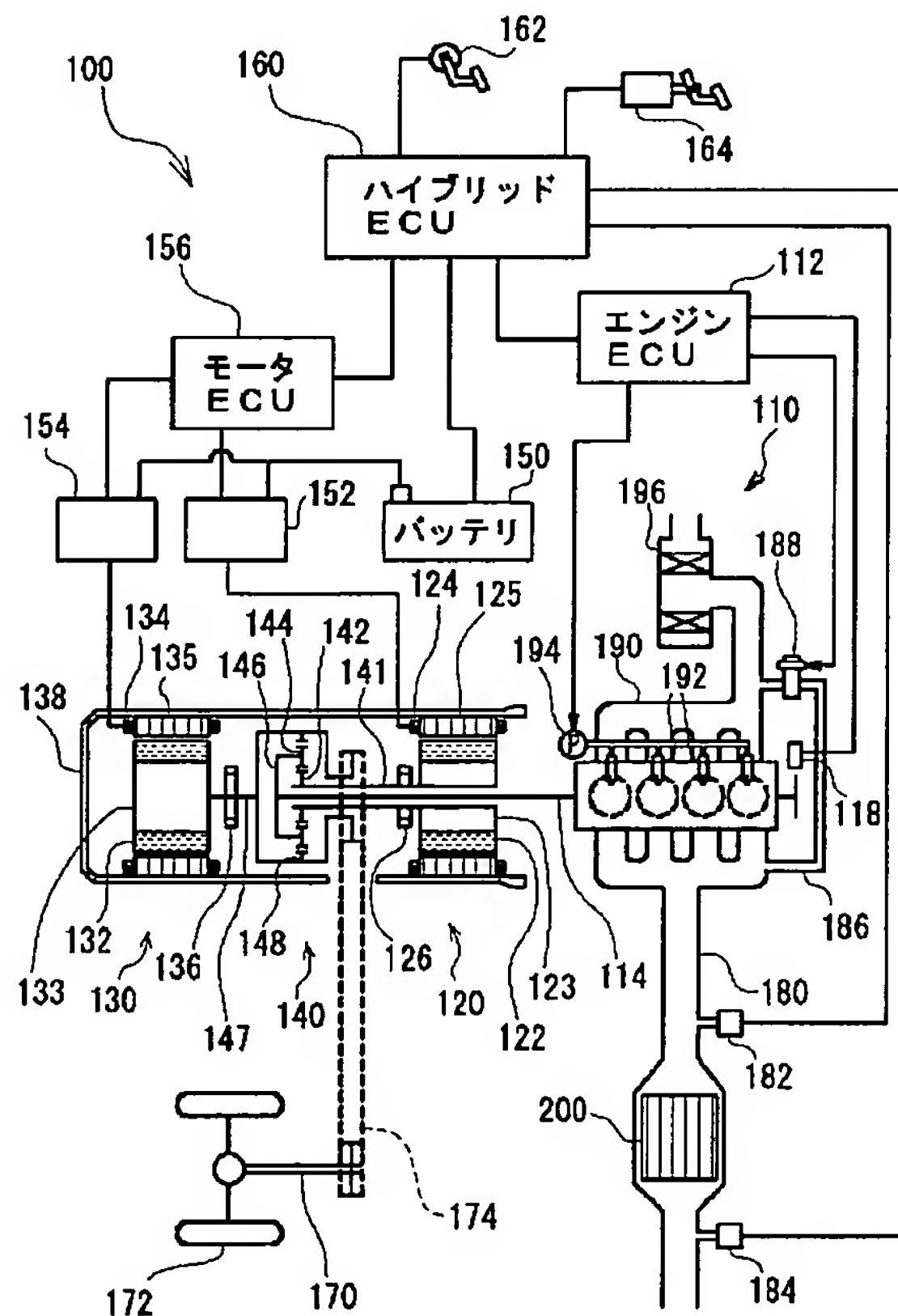
【図1】



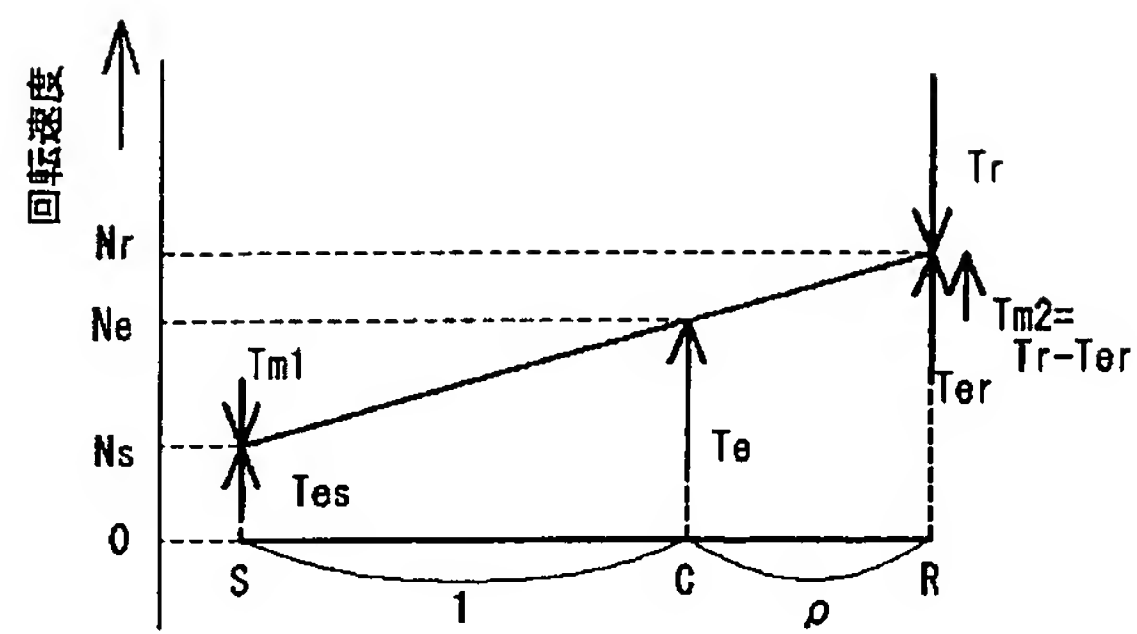
【図10】



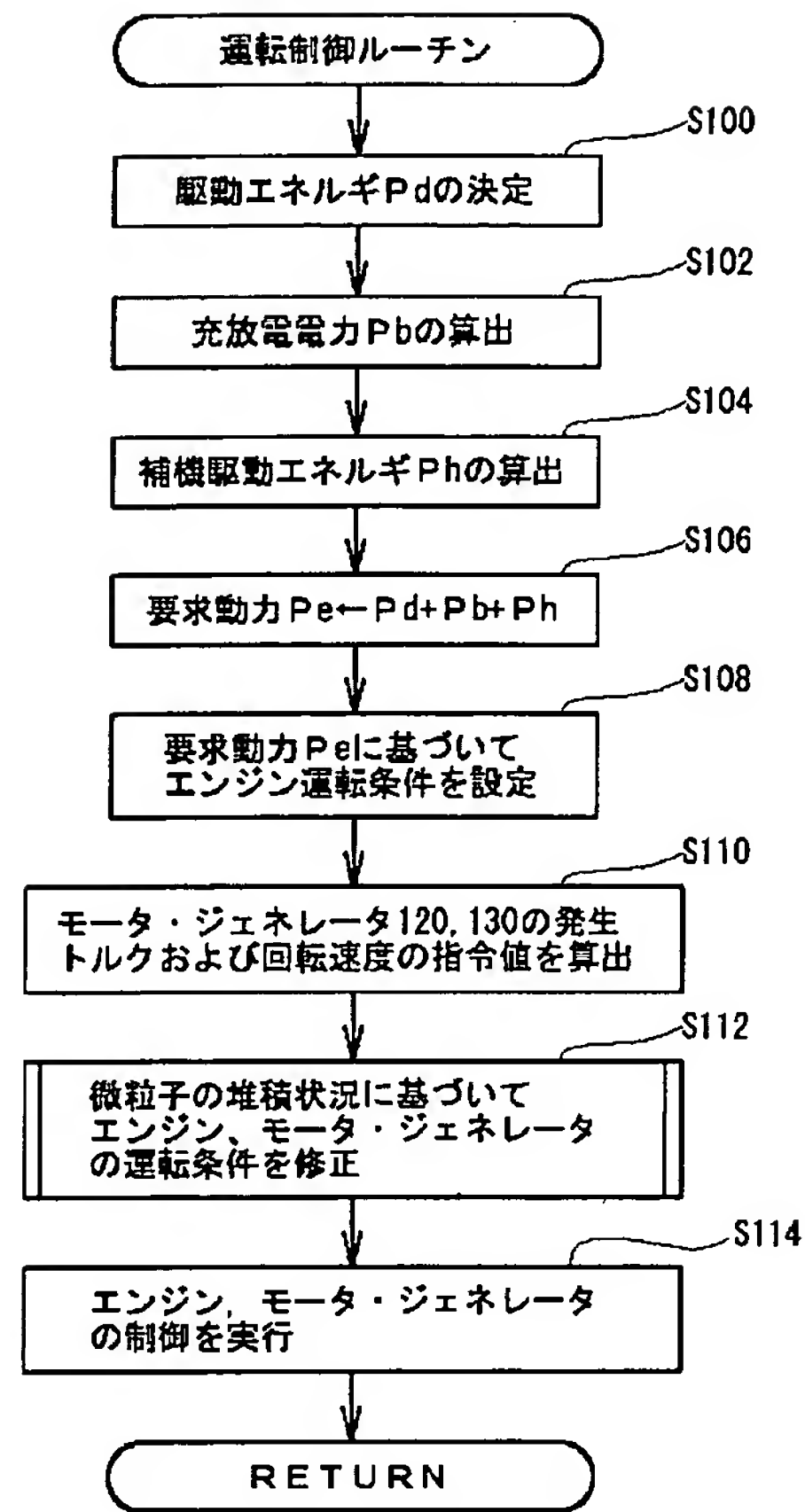
【図2】



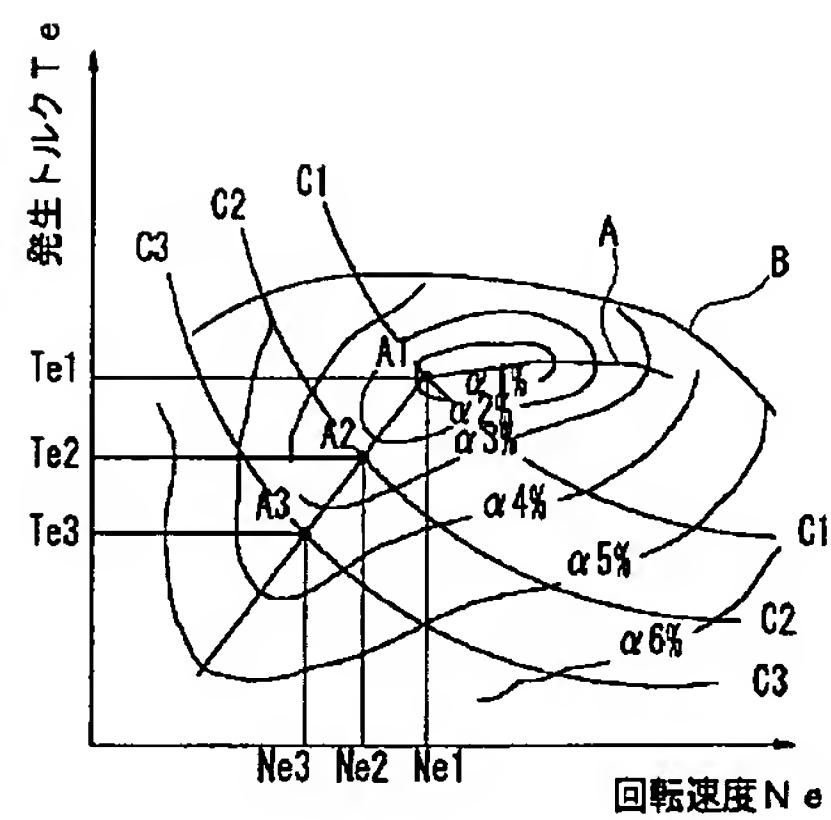
【図 3】



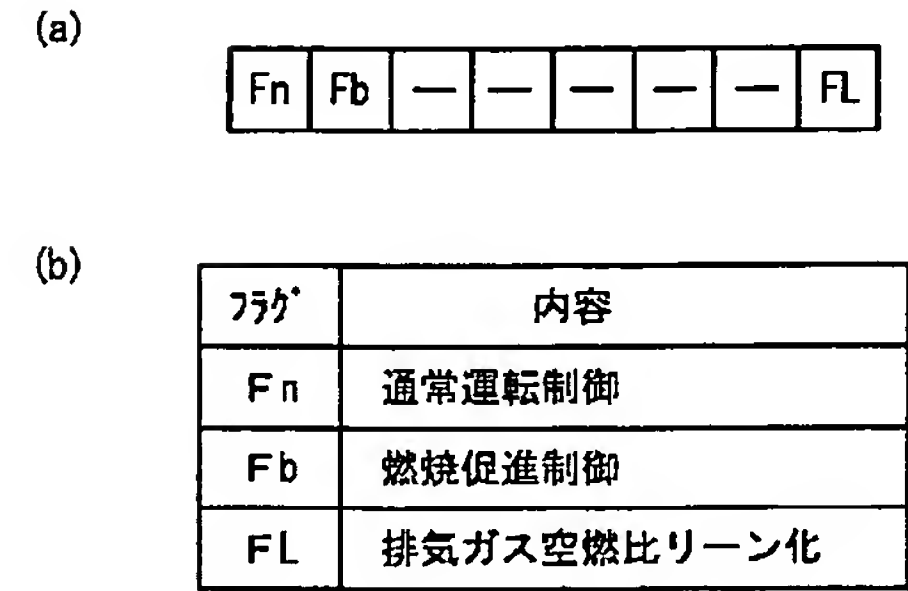
【図 4】



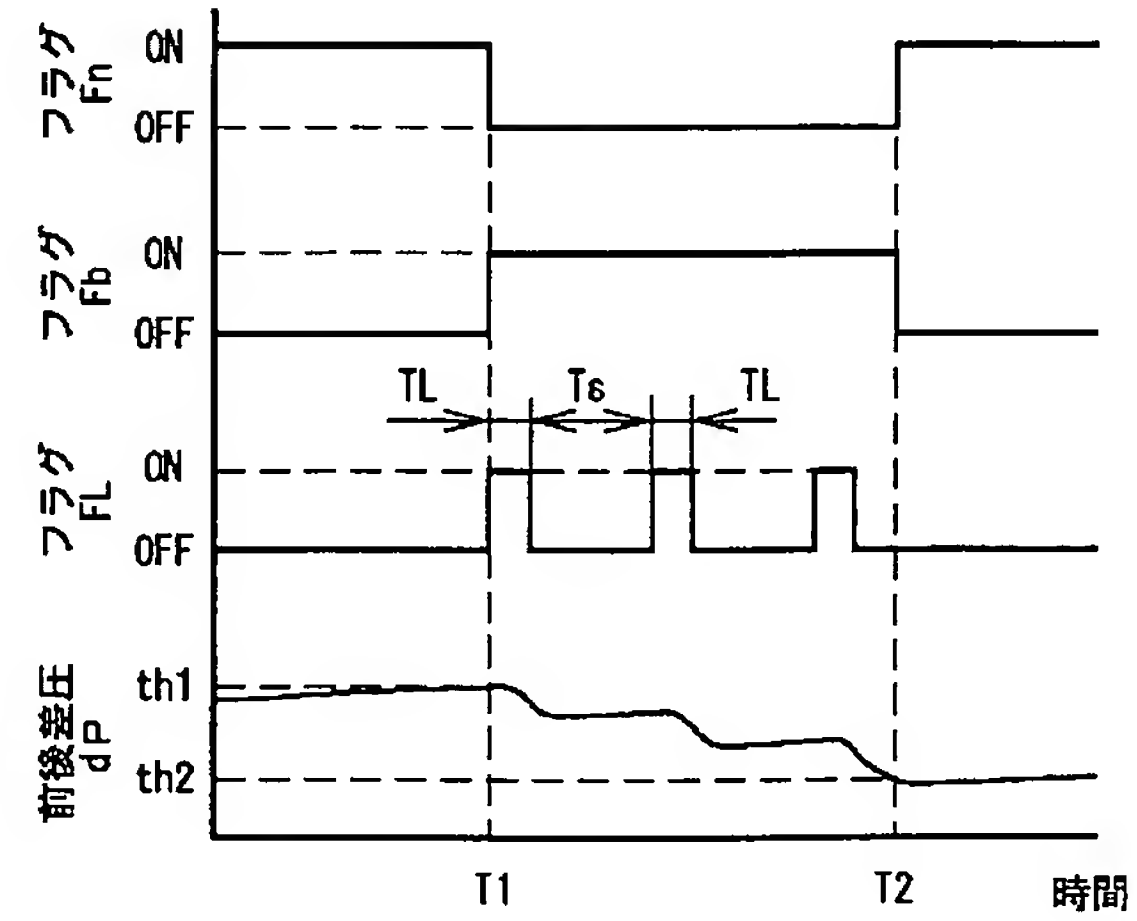
【図 5】



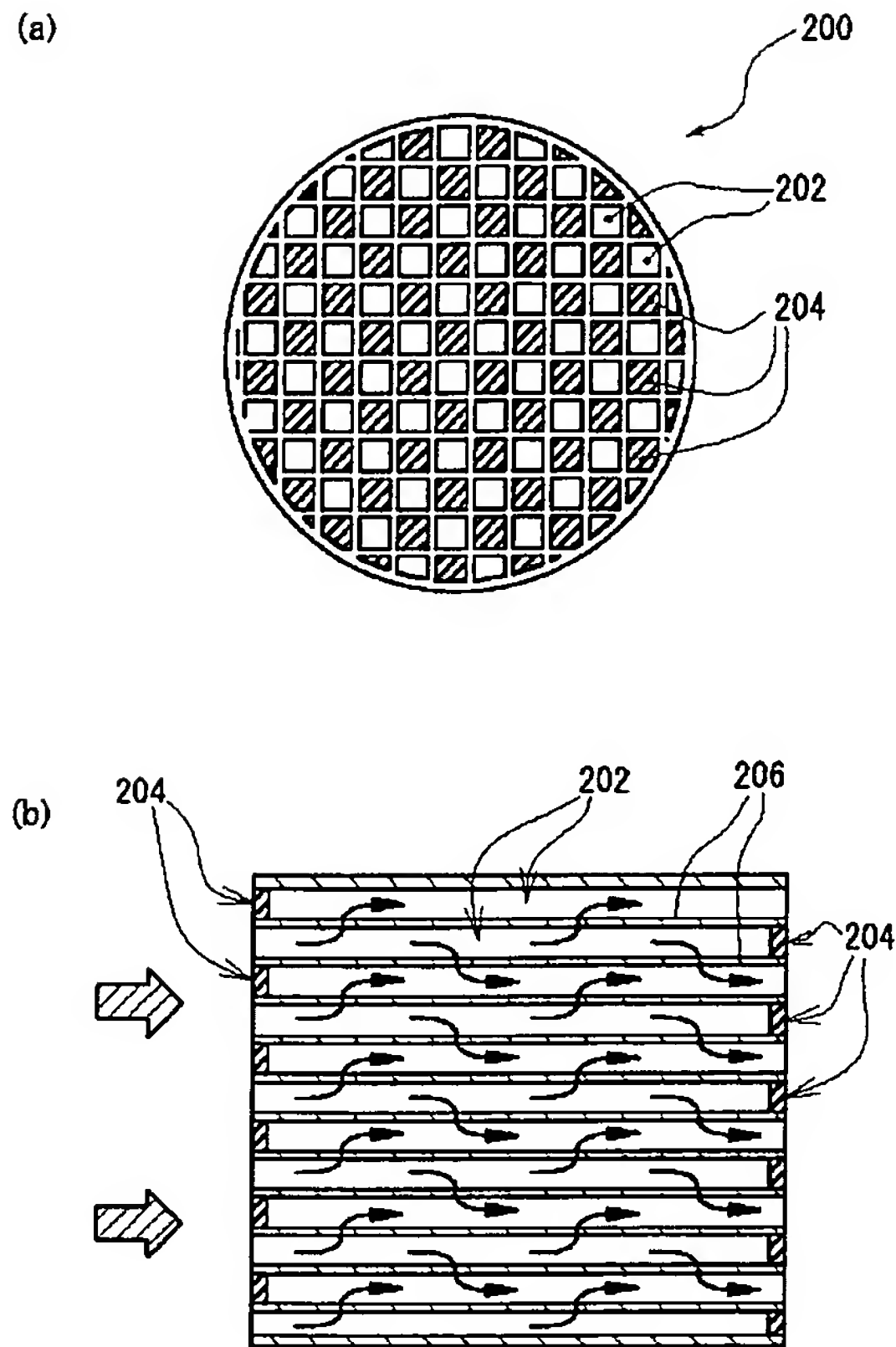
【図 8】



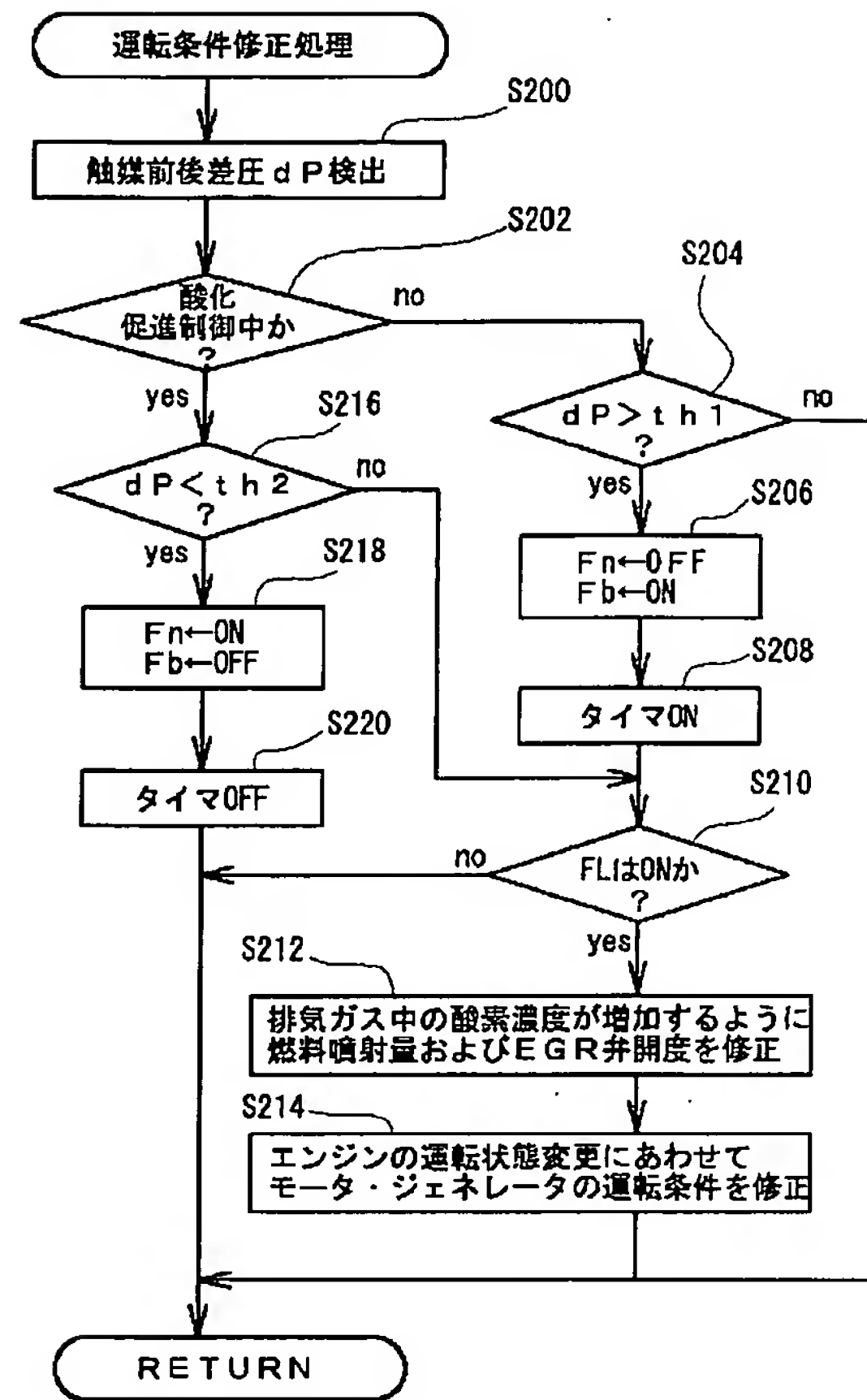
【図 9】



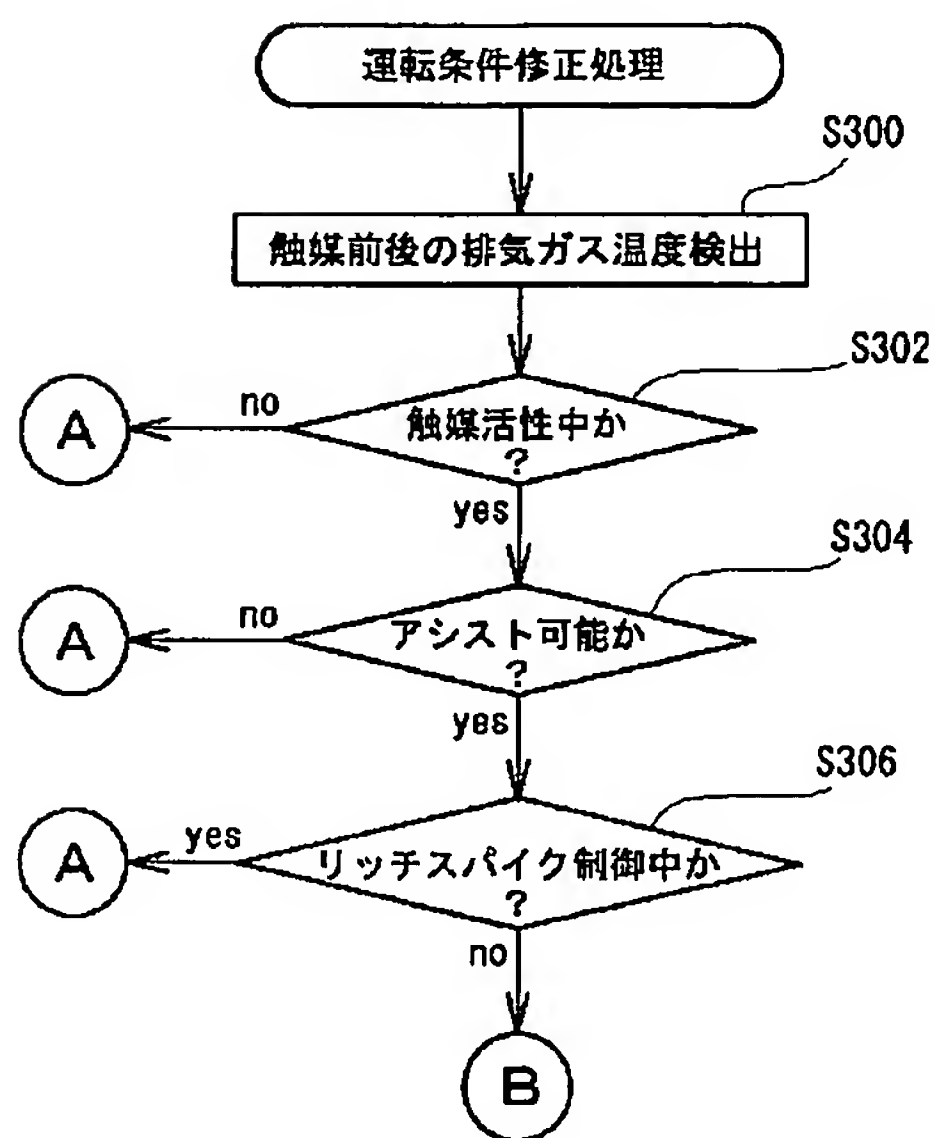
【図6】



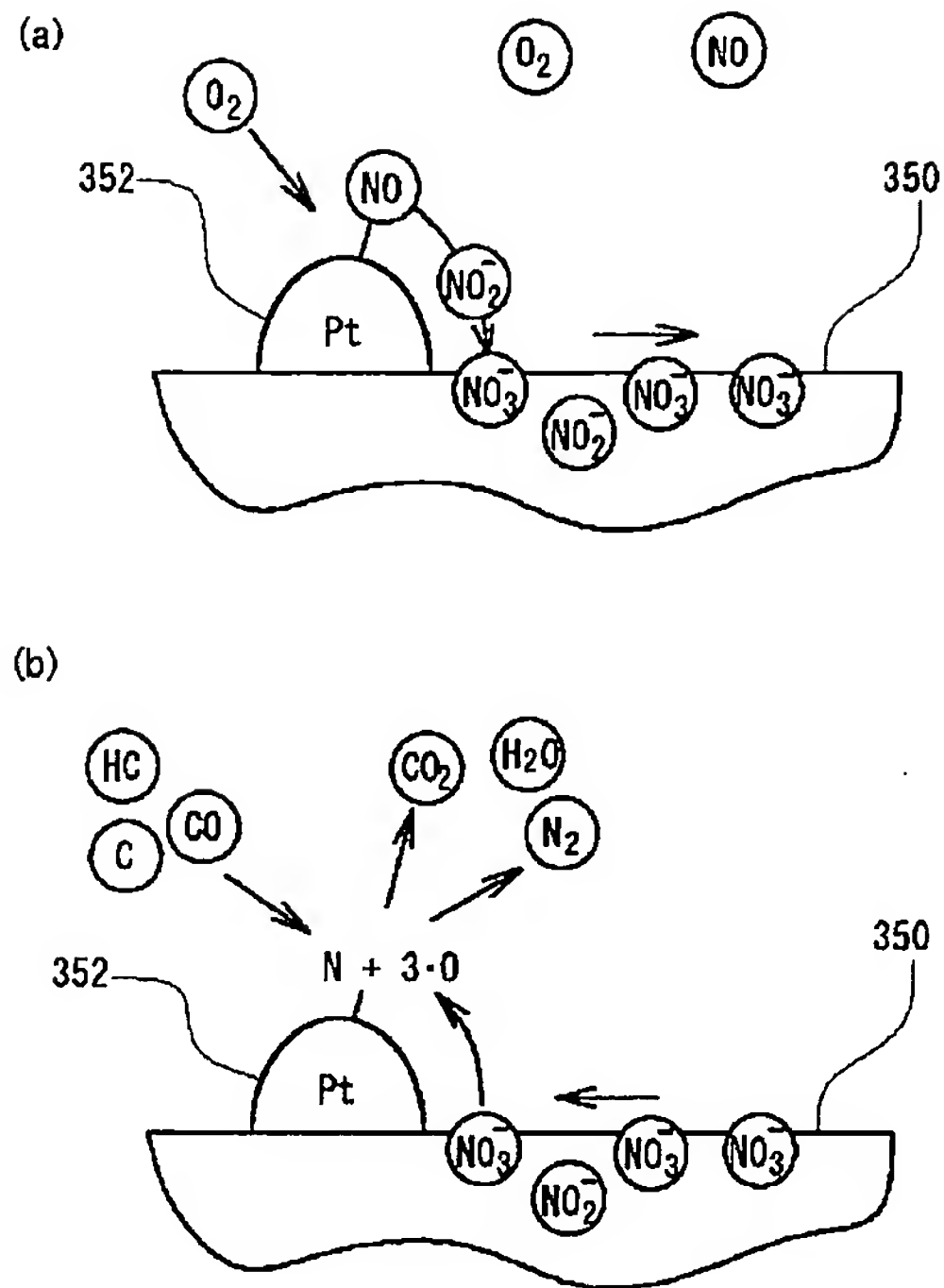
【図7】



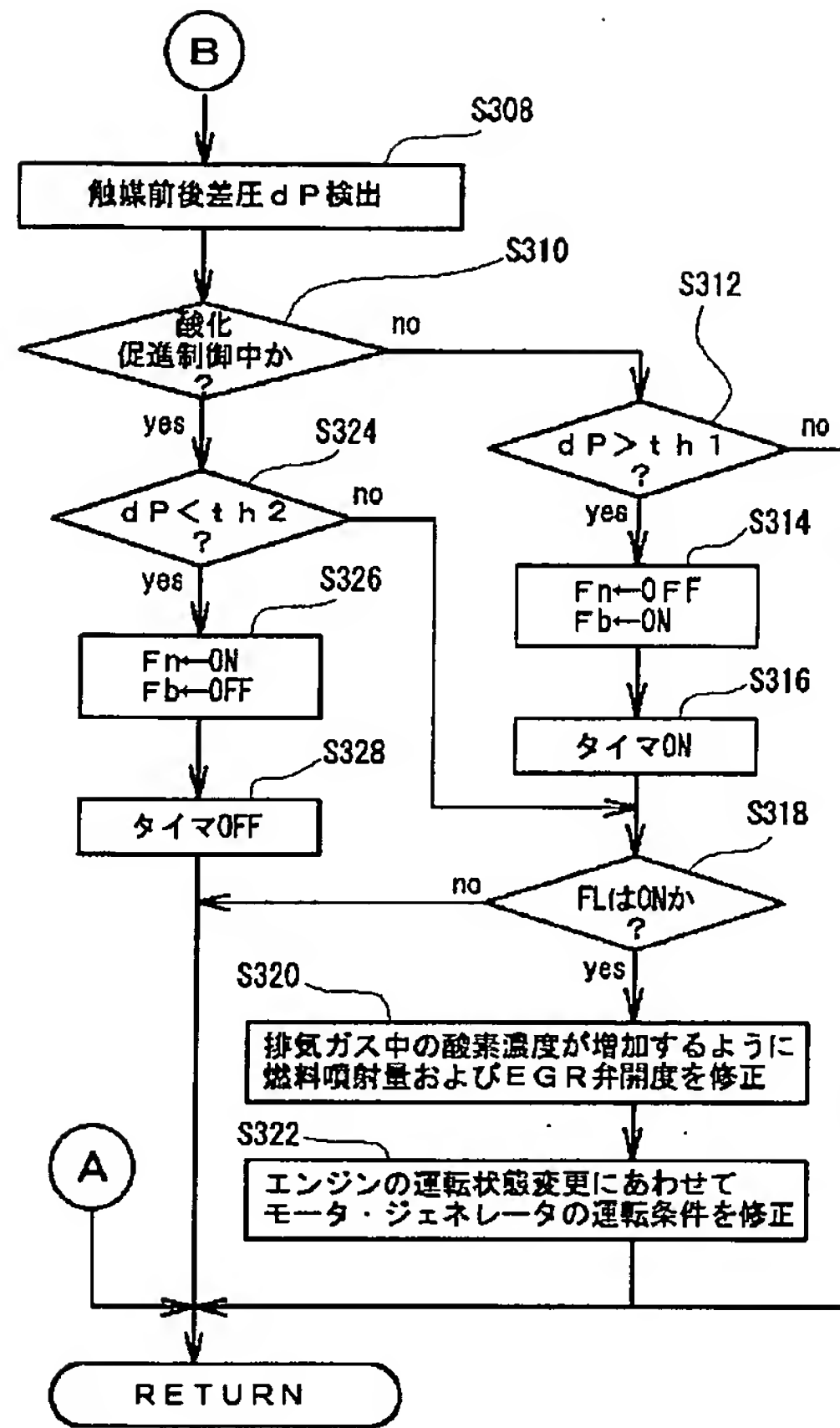
【図12】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

ターマコード (参考)

F 0 1 N 3/20

F 0 1 N 3/24

E 3 G 0 9 3

3/24

F 0 2 D 21/08

3 0 1 H 3 G 3 0 1

F 0 2 D 21/08

3 0 1

29/02

D 5 H 1 1 5

29/02

41/04

3 5 5

41/04

3 5 5

43/00

3 0 1 H

43/00

3 0 1

3 0 1 N

45/00

3 3 0

45/00

3 3 0

F 0 2 M 25/07

5 5 0

F 0 2 M 25/07

5 5 0 G

5 5 0 R

5 5 0 Z

5 7 0 D

5 7 0 J

5 7 0 L

5 7 0 Z

5 7 0

B 6 0 K 9/00

E

(72)発明者 浅沼 孝充
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 利岡 俊祐
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 木村 光彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 佐々木 静夫
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 五十嵐 幸平
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 村田 宏樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 見上 晃
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 流田 浩之
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 末松 敏男
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G062 AA00 BA00 BA04 GA04 GA05
GA06 GA17 GA22
3G084 AA01 BA09 BA13 BA20 DA10
EB12 FA27 FA37
3G090 AA03 BA02 CA01 CB04 DA04
DA09 DA13 EA04
3G091 AA02 AA11 AA18 AB02 AB13
BA17 CA11 CA26 CB08 DA01
DA02 DC01 EA03 EA17 EA32
FB10 GA06 GB03W GB04W
GB05W GB06W HA15 HB05
3G092 AA02 AA17 AB03 AC02 BA06
CA01 DC09 EA01 EA02 EC03
FA15 FA18 HD01Z HD07X
HD08Z HE06Z
3G093 AA07 AB01 BA20 DA11 DB07
EA04 FA04 FB01 FB02
3G301 HA02 HA13 JA21 JA24 LB11
MA11 ND01 NE01 NE06 PA11Z
PD12Z PD14Z PE03Z PE04Z
PF03Z
5H115 PA13 PG04 SE03